

## 明 細 書

パルス列光伝送システムならびにそれに用いられる送信装置および受信装置

### 技術分野

本発明は、パルス列を伝送するためのシステムならびにそれに用いられる送信装置および受信装置に関し、より特定のには、光通信を用いてパルス列を伝送するシステムならびにそれに用いられる送信装置および受信装置に関する。

### 背景技術

図 1 9 は、短パルス列を伝送する従来の伝送システムの構成を示す図である。図 1 9 において、従来の伝送システムは、パルス列発生部 9 0 1 と、電気伝送路 9 0 2 と、パルス列受信部 9 0 3 と、復調部 9 0 4 とを備える。パルス列発生部 9 0 1 とパルス列受信部 9 0 3 とは、電気伝送路 9 0 2 を介して接続される。パルス列受信部 9 0 3 と復調部 9 0 4 とは、有線または無線で接続される。

上記のように構成された従来の伝送システムの動作について説明する。パルス列発生部 9 0 1 は、予め定められた符号化パターンに基づいて、入力されるデータ信号 X を短パルス列に変換し、電気伝送路 9 0 2 へ送出する。パルス列受信部 9 0 3 は、電気伝送路 9 0 2 を介して伝送された短パルス列に対して、増幅および／または波形整形等の所

定の処理を施し、処理後の短パルス列を有線または無線で復調部 904 に送信する。復調部 904 は、当該符号化パターンに一意に対応する復号化パターンを用いて、パルス列受信部 903 によって所定の処理が施された短パルス列から元のデータ信号 X を復調して、抽出する。

上記のような従来の伝送システムは、例えば、UWB (Ultra Wide Band) 信号と呼ばれる短パルス列を用いる無線アクセスシステム等に適用される。UWB 信号は、幅の狭い単極性または双極性のベースバンドパルス列である。UWB 信号は、スペクトルが拡散された信号である。したがって、UWB 信号のピーク電力は、抑圧されている。よって、他の無線信号に対する妨害レベルは、低減される。また、各無線端末 (短パルス列) に対応して固有の符号化/復号化パターンが割り当てられているので、干渉耐力が向上する。したがって、同一周波数帯において、複数の無線信号を多重化することのできる無線システムが実現される。

たとえば、上記従来の伝送システムに類似する従来技術として、特開 2001-308899 号公報や特開平 6-326723 号公報等がある。

しかしながら、UWB 信号のような短パルス信号は、広帯域化する程、伝送損失が大きくなる。したがって、一般的な電気線を伝送路とした場合、短パルス信号の伝送可能距離は、極めて短くなる。

また、伝送路での伝搬過程において、群遅延等の伝達特性の広帯域に亘る周波数依存性の影響を受けて、伝送波形

が著しく劣化する。したがって、短パルス信号の送出電力を上昇させたとしても、その伝送距離は制限されることとなる。

これらの要因によって、短パルス信号を用いた伝送システムは、サービスエリアが小規模に限定されるという特有の課題を有している。

### 発明の開示

それゆえ、本発明の目的は、伝送路の特性の影響を受けずに、短パルス信号を伝送することができる有線伝送距離が拡大された伝送システムならびにそれに用いられる送信装置および受信装置を提供することである。

上記課題を解決するために、本発明は、以下のような特徴を有する。本発明の第1の局面は、1以上のデータ信号を光伝送するための光伝送システムであって、1以上のデータ信号に対応して予め一意に定められた1以上の符号化パターンに基づいて、1以上のデータ信号をそれぞれパルス列に変換して出力するパルス列生成手段と、パルス列生成手段から出力された1以上のパルス列を光変調信号に変換して出力する光変調手段と、光変調手段から出力された光変調信号を伝送する光伝送路と、光伝送路を伝送された光変調信号を電気信号に変換して出力する光検波手段と、符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、光検波手段から出力された電気信号からパルス列を得て、データ信号を抽出するデータ信号抽出手段とを備える。

これにより、パルス列が光信号に変換されて伝送されることとなるので、伝送路の特性の影響を受けずに、短パルス信号を伝送することができる有線伝送距離が拡大された伝送システムが提供されることとなる。

たとえば、パルス列生成手段がパルス列に変換するデータ信号は、1つである。

これにより、一対一の光通信が可能となる

好ましくは、パルス列生成手段は、予め定められた符号化パターンに基づいて、入力するデータ信号をパルス列に変換して出力するパルス列生成部からなり、光変調手段は、パルス列生成部から出力されたパルス列を光強度変調信号に変換して出力する光変調部からなり、光検波手段は、光伝送路を伝送された光強度変調信号を電気信号に再変換して出力する光検波部からなり、データ信号抽出手段は、符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、光検波部から出力された電気信号からパルス列を抽出し、データ信号を復調する復調部からなるとよい。

これにより、データ信号に対応して予め一意に定められた符号化パターンに基づいて、データ信号をパルス列に変換し、光信号に変換した後、光伝送し、受信した光信号をパルス列に変換して、当該符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて当該パルス列からデータ信号を復調することとなる。したがって、パルス列を電気伝送路で伝送するのに比べて、伝送路の特性の影響を受けずに、長距離にパルス列を伝送することができることとなる。

好ましくは、パルス列生成手段は、予め定められた符号



化パターンに基づいて、入力するデータ信号をパルス列に変換して出力するパルス列生成部からなり、光変調手段は、パルス列生成部から出力されたパルス列を光強度変調信号に変換して出力する光変調部からなり、光検波手段は、光伝送路を伝送された光強度変調信号を電気信号に再変換して出力する光検波部からなり、データ信号抽出手段は、検波部から出力された電気信号を無線信号として放射する放射部と、符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、放射部から放射された無線信号からパルス列を抽出し、データ信号を復調する無線端末とからなるとよい。

これにより、データ信号に基づいて生成されたパルス列を、光信号に変換して光伝送した後、アンテナ等を介して放射することとなるので、広帯域無線信号を高品質に長距離伝送する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、パルス列生成手段は、予め定められた符号化パターンに基づいて、入力するデータ信号をパルス列に変換して出力するパルス列生成部からなり、光変調手段は、パルス列生成部から出力されたパルス列を光強度変調信号に変換して出力する光変調部からなり、伝送路を伝送された光強度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列のパルス幅を圧縮、もしくは立ち上がり時間および／または立ち下がり時間を短縮して出力するパルス圧縮部をさらに備え、光検波手段は、パルス圧縮部から出力される光信号を電気信号に変換して出力する光検波部からなるとよい。

これにより、光伝送後の光信号に対してパルス幅の狭窄

化を行うことができるので、送信装置において、パルス幅を狭くしなければならないという条件が緩和される。

好ましくは、パルス列生成手段は、予め定められた符号化パターンに基づいて、入力するデータ信号をパルス列に変換して出力するパルス列生成部と、パルス列生成部から出力されたパルス列のパルス幅を伸長、もしくは立ち上がり時間および立ち下がり時間を拡大して出力するフィルタ部とからなり、光変調手段は、フィルタ部から出力されたパルス列を光強度変調信号に変換して出力する光変調部からなり、伝送路を伝送された光強度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列のパルス幅を圧縮、もしくは立ち上がり時間および／または立ち下がり時間を短縮して出力するパルス圧縮部をさらに備え、光検波手段は、パルス圧縮部から出力される光信号を電気信号に変換して出力する光検波部からなるとよい。

これにより、伝送信号のパルス幅を、光伝送前に伸長し光伝送後に狭窄化することにより、送信信号において、パルス幅を狭くしなければならないという条件が緩和される。

好ましくは、パルス列生成手段は、予め定められた符号化パターンに基づいて、入力するデータ信号をパルス列に変換して出力するパルス列生成部からなり、光変調手段は、パルス列生成部から出力されたパルス列を光角度変調信号に変換して出力する光角度変調部からなり、光検波手段は、光伝送路を伝送された光角度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列の隣接ビット間の相関性を検出するこ

とにより、互いに逆極性の関係にあるパルス列の微分成分に対応する２つの光微分信号を出力する光干渉部と、光干渉部から出力される一方の光微分信号を電気信号に変換して出力する光検波部とからなるとよい。

これにより、送信装置や伝送路の負荷を増やすことなく、広帯域な信号を高品質かつ経済的に伝送する光伝送システムを実現できる。

たとえば、光干渉部は、入力した光角度変調信号を２分岐する光分岐部と、光分岐部から分岐出力された一方もしくは両方の光角度変調信号に対して、所定の光遅延量を付与して出力する光遅延部と、光分岐部から分岐出力された他方の光角度変調信号と、光遅延部から出力された光角度変調信号とを合波すると共に再度２分岐することにより、互いに逆極性の光微分信号をそれぞれ出力する光合分波部とからなる。

これにより、光干渉部の構成が簡単となる。

好ましくは、所定の光遅延量は、パルス列の１ビット幅より小さいとよい。

これにより、光干渉系のパラメータが適切に設定されることとなるので、広帯域な信号をさらに高品質に伝送する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、パルス列生成手段は、予め定められた符号化パターンに基づいて、入力するデータ信号をパルス列に変換して出力するパルス列生成部からなり、光変調手段は、パルス列生成部から出力されたパルス列を光角度変調信号に変換して出力する光角度変調部からなり、光検波手段

は、光伝送路によって伝送された光角度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列の隣接ビット間の相関性を検出することにより、互いに逆極性の関係にあるパルス列の微分成分に対応する2つの光微分信号をそれぞれ出力する光干渉部と、光干渉部から出力された2つの光微分信号をそれぞれ電気信号に再変換すると共に、両者を合成することにより、双極性の微分パルス列を生成し、出力する平衡光検波部とからなるとよい。

これにより、送信装置や伝送路の負荷を増やすことなく、さらに広帯域な信号を高品質かつ経済的に伝送する光伝送システムを実現できる。

たとえば、光干渉部は、入力した光角度変調信号を2分岐する光分岐部と、光分岐部から分岐出力された一方もしくは両方の光角度変調信号に対して、所定の光遅延量を付与して出力する光遅延部と、光分岐部から分岐出力された他方の光角度変調信号と、光遅延部から出力された光角度変調信号とを合波すると共に再度2分岐することにより、互いに逆極性の光微分信号をそれぞれ出力する光合分波部とからなる。

これにより、光干渉部の構成が簡単となる。

好ましくは、所定の光遅延量は、パルス列の1ビット幅より小さいとよい。

これにより、光干渉系のパラメータが適切に設定されることとなるので、より広帯域な信号をさらに高品質に伝送する光伝送システムを実現できる。

たとえば、平衡光検波部は、光干渉部から出力された一

方の光微分信号を電気信号である第1の微分パルス列に再変換して出力する第1の光検出部と、光干渉部から出力された他方の光微分信号を電気信号である第2の微分パルス列に再変換して出力する第2の光検出部と、第1の光検波部から出力された第1の微分パルス列および／または第2の光検波部から出力された第2の微分パルス列に対して、所定の電気遅延量を付与して出力する遅延部と、遅延部で遅延処理がなされた後の第1の微分パルス列と第2の微分パルス列とを合成して、双極性の微分パルス列を出力する合波部とからなる。

これにより、光信号処理により双極性の短パルス列を生成することとなるので、送信装置や伝送路、および放射装置の負荷を増やすことなく、さらに広帯域な信号をより高品質かつ経済的に伝送する光伝送システムを実現できる。

たとえば、光干渉部は、入力した光角度変調信号を2分岐する光分岐部と、光分岐部から分岐出力された一方もしくは両方の光角度変調信号に対して、所定の光遅延量を付与して出力する光遅延部と、光分岐部から分岐出力された他方の光角度変調信号と、光遅延部から出力された光角度変調信号とを合波すると共に再度2分岐することにより、互いに逆極性の光微分信号をそれぞれ出力する光合分波部とからなり、平衡光検波部は、光干渉部から出力された一方の光微分信号を電気信号である第1の微分パルス列に再変換して出力する第1の光検出部と、光干渉部から出力された他方の光微分信号を電気信号である第2の微分パルス列に再変換して出力する第2の光検出部と、第1の光検波

部から出力された第1の微分パルス列および／または第2の光検波部から出力された第2の微分パルス列に対して、所定の電気遅延量を付与して出力する遅延部と、遅延部で遅延処理がなされた後の第1の微分パルス列と第2の微分パルス列とを合成して、双極性の微分パルス列を出力する合波部とからなる。

これにより、光干渉部および平衡光検波部の構成が簡単となる。

好ましくは、所定の電気遅延量と所定の光遅延量とは、等しいとよい。

これにより、光検波系のパラメータが最適に設定されることとなるので、より広帯域な信号をさらに経済的に伝送する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、パルス列生成手段は、予め定められた符号化パターンに基づいて、入力したデータ信号をパルス列に変換して出力するパルス列生成部からなり、光変調手段は、パルス列生成部から出力されたパルス列を光強度変調信号に変換して出力する光変調部からなり、波長分散特性を有し、光伝送路によって伝送された光強度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列または合成信号のパルス幅を圧縮、もしくは立ち上がり時間または／および立ち下がり時間を短縮して出力する波長分散部をさらに備え、光検波手段は、波長分散部から出力される光信号を電気信号に変換して出力する光検波部からなるとよい。

これにより、光ファイバの非線形性を利用して、光信号に対してパルス幅の狭窄化を行うことができるので、特殊

なデバイスを用いることなく、高品質かつ経済的に伝送する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、光変調部は、入力したパルス列で、半導体レーザへの注入電流を変調して、光強度変調信号を出力する直接光変調方式を用いるとよい。

このように、光変調方式として直接変調方式を用いることにより、より経済的な光伝送システムを実現できる。

たとえば、パルス列生成手段がパルス列に変換するデータ信号は、2以上である。

これにより、データ信号が多重伝送されることとなる。

好ましくは、パルス列生成手段は、入力するデータ信号に対応して予め定められた互いに異なる符号化パターンに基づいて、複数のデータ信号をそれぞれ所定変調形式のパルス列に変換して出力する複数のパルス列生成部からなり、光変調手段は、パルス列生成部に対応して設けられており、各パルス列生成部から出力されたパルス列を、それぞれ光変調信号に変換して出力する複数の光変調部と、複数の光変調部から出力された光変調信号を合波して光伝送路に出力する光合波部とからなるとよい。

これにより、データ信号に固有の符号化パターンによって生成したパルス列を、光信号に変換し、合波および光伝送した後、固有の復号化パターンにより、所望のデータ信号を選択的に復調、抽出することとなるので、高品質かつ簡単に、複数のデータ信号を収容する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、光検波手段は、光伝送路を伝送された光変

調信号を電気信号に再変換して出力する光検波部からなり、データ信号抽出手段は、複数の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、光検波部から出力された電気信号からパルス列を抽出し、データ信号を復調する復調分離部からなるとよい。

これにより、複数のデータ信号にそれぞれ固有の符号化パターンによって生成したパルス列を、光信号に変換し、合波および光伝送した後、符号化パターンに対応する復号化パターンにより、所望のデータ信号を選択的に復調、抽出することとなるので、高品質かつ簡単に、複数のデータ信号を多重化する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、光検波手段は、光伝送路を伝送された光変調信号を複数の分岐して出力する光分岐部と、光分岐部によって分岐出力された複数の光変調信号のそれぞれに対応して設けられ、光変調信号を電気信号に再変換して出力する複数の光検波部とからなり、データ信号抽出手段は、複数の光検波部のそれぞれに対応して設けられ、複数の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、光検波部から出力された電気信号からパルス列を抽出し、データ信号を復調する複数の復調分離部からなるとよい。

これにより、複数のデータ信号にそれぞれ固有の符号化パターンによって生成したパルス列を、光信号に変換し、合波および光伝送した後、光分配した各受信信号において、符号化パターンに対応する復号化パターンにより、対応するデータ信号をそれぞれ復調、抽出することとなるので、高品質かつ簡単に、複数のデータ信号を多重伝送する光



伝送システムを実現できる。

好ましくは、複数のパルス列生成部から出力されるパルス列の繰り返し周期より遅いレートを有するデータ信号を、光変調信号に変換して出力するデータ光変調部をさらに備え、光合成部は、データ光変調部から出力されるデータ信号をさらに合成し、データ信号抽出手段は、光検波部から出力された電気信号から、パルス列の繰り返し周期より遅いレートを有するデータ信号と、その他の信号（以下、合成信号という）とを分離して出力するデータ分離部と、複数の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、データ分離部から出力された合成信号からパルス列を抽出し、データ信号を復調する復調分離部とからなるとよい。

これにより、複数のデータ信号をそれぞれパルス列に変換し、多重化および光伝送すると共に、パルス列よりも遅い繰り返し周期を有するデータ信号を多重化することとなるので、簡単な構成で、より多くのデータ信号を多重伝送する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、複数の光変調部から出力される光変調信号の波長が互いに重複しないように制御する波長制御部をさらに備えるとよい。

これにより、複数のデータ信号をそれぞれパルス列に変換し、光変調信号として合波および光伝送の後、所望のデータ信号を選択的に復調、抽出すると共に、光変調信号の波長を適切に制御することとなるので、光変調信号間の干渉による品質劣化を防ぎ、より高品質に、複数のデータ信

号を多重化する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、パルス列生成手段は、入力したデータ信号に対応して予め定められた互いに異なる符号化パターンに基づいて、複数のデータ信号をそれぞれ所定変調形式のパルス列に変換して出力する複数のパルス列生成部からなり、光変調手段は、複数のパルス列生成部から出力されたパルス列を合成した電気信号を出力する合成部と、合成部が出力した電気信号を、光変調信号に変換して出力する光変調部とからなるとよい。

これにより、データ信号に固有の符号化パターンによって生成したパルス列を合成し、光伝送した後、固有の復号化パターンにより、所望のデータ信号を選択的に復調、抽出することとなるので、高品質かつ簡単に、複数のデータ信号を収容する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、光検波手段は、光伝送路を伝送された光変調信号を電気信号に再変換して出力する光検波部からなり、データ信号抽出手段は、複数の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、光検波部から出力された電気信号からパルス列を抽出し、データ信号を復調する復調分離部からなるとよい。

これにより、複数のデータ信号にそれぞれ固有の符号化パターンによって生成したパルス列を合成し、光伝送した後、符号化パターンに対応する復号化パターンにより、所望のデータ信号を選択的に復調、抽出することとなるので、高品質かつ簡単に、複数のデータ信号を多重化する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、光検波手段は、光伝送路を伝送された光変調信号を電気信号に再変換して出力する光検波部からなり、データ信号抽出手段は、光検波部から出力される電気信号を無線信号として放射する放射部と、複数の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、放射部から出力された無線信号からパルス列を抽出し、データ信号を復調する複数の無線端末からなるとよい。

これにより、複数のデータ信号に基づいて生成された複数のパルス列を合波し、光信号に変換して光伝送した後、アンテナ等を介して放射することとなるので、複数の広帯域無線信号を高品質に多重伝送する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、光検波手段は、光伝送路を伝送された光変調信号を複数の分岐して出力する光分岐部と、光分岐部によって分岐出力された複数の光変調信号のそれぞれに対応して設けられ、光変調信号を電気信号に再変換して出力する複数の光検波部とからなり、データ信号抽出手段は、複数の光検波部のそれぞれに対応して設けられ、複数の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、光検波部から出力された電気信号からパルス列を抽出し、データ信号を復調する複数の復調分離部からなるとよい。

これにより、複数のデータ信号にそれぞれ固有の符号化パターンによって生成したパルス列を合成し、光分配した後、光分配した各受信信号において、符号化パターンに対応する復号化パターンにより、対応するデータ信号をそれぞれ復調、抽出することとなるので、高品質かつ簡単に、

複数のデータ信号を多重伝送する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、合成部は、複数のパルス列生成部から出力されるパルス列の繰り返し周期より遅いレートを有するデータ信号をさらに合成し、光検波手段は、光伝送路を伝送された光変調信号を複数に分岐して出力する光分岐部と、光分岐部によって分岐出力された複数の光変調信号に対応して設けられ、光変調信号を電気信号に再変換して出力する複数の光検波部と、光分岐部によって分岐出力された1つの光変調信号を、複数のパルス列生成部から出力されるパルス列の繰り返し周期より遅いレートを有するデータ信号に再変換して出力するデータ光検波部とを含み、データ信号抽出手段は、複数の光検波部のそれぞれに対応して設けられ、複数の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、光検波部から出力された電気信号からパルス列を抽出し、データ信号を復調する複数の復調分離部からなるとよい。

これにより、複数のデータ信号をそれぞれパルス列に変換し、多重化すると共に、パルス列よりも遅い繰り返し周期を有するデータ信号を多重化し、光伝送することとなるので、簡単な構成で、より多くのデータ信号を多重伝送する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、伝送路を伝送された光強度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列のパルス幅を圧縮、もしくは立ち上がり時間および／または立ち下がり時間を短縮して出力するパルス圧縮部をさらに備え、光検波手段は、パル

ス圧縮部から出力される光信号を電気信号に変換して出力する光検波部からなるとよい。

これにより、光伝送後の光信号に対してパルス幅の狭窄化を行うことにより、送信装置や伝送路の広帯域特性の影響を抑圧し、より多くの広帯域無線信号を高品質に多重伝送する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、さらに、各パルス列生成部と合成部との間にそれぞれ設けられ、パルス列生成部から出力されたパルス列のパルス幅を伸長、もしくは立ち上がり時間および立ち下がり時間を拡大して出力するフィルタ部と、伝送路を伝送された光強度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列のパルス幅を圧縮、もしくは立ち上がり時間および／または立ち下がり時間を短縮して出力するパルス圧縮部とを備え、光検波手段は、パルス圧縮部から出力される光信号を電気信号に変換して出力する光検波部とからなるとよい。

これにより、伝送信号のパルス幅を、光伝送前に伸長し光伝送後に狭窄化することとなるので、送信装置や伝送路の広帯域特性の影響を抑圧し、より多くの広帯域信号を経済的に多重伝送する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、光変調部は、パルス列生成部から出力されたパルス列を光角度変調信号に変換して出力する光角度変調部であり、光検波手段は、光伝送路を伝送された光角度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列の隣接ビット間の相関性を検出することにより、互いに逆極性の関係にあるパルス列の微分成分に対応する2つの光微分信号を出

力する光干渉部と、光干渉部から出力される一方の光微分信号を電気信号に変換して出力する光検波部とからなるとよい。

これにより、送信装置や伝送路の負荷を増やすことなく、広帯域な信号を高品質かつ経済的に多重伝送する光伝送システムを実現できる。

たとえば、光干渉部は、入力した光角度変調信号を2分岐する光分岐部と、光分岐部から分岐出力された一方もしくは両方の光角度変調信号に対して、所定の光遅延量を付与して出力する光遅延部と、光分岐部から分岐出力された他方の光角度変調信号と、光遅延部から出力された光角度変調信号とを合波すると共に再度2分岐することにより、互いに逆極性の光微分信号をそれぞれ出力する光合分波部とからなる。

これにより、光干渉部の構成が簡単となる。

好ましくは、所定の光遅延量は、パルス列の1ビット幅より小さいとよい。

これにより、光干渉系のパラメータが適切に設定されることとなるので、広帯域な信号をさらに高品質に多重伝送する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、光変調部は、パルス列生成部から出力されたパルス列を光角度変調信号に変換して出力する光角度変調部であり、光検波手段は、光伝送路によって伝送された光角度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列の隣接ビット間の相関性を検出することにより、互いに逆極性の関係にあるパルス列の微分成分に対応する2つの光微分信

号をそれぞれ出力する光干渉部と、光干渉部から出力された2つの光微分信号をそれぞれ電気信号に再変換すると共に、両者を合成することにより、双極性の微分パルス列を生成し、出力する平衡光検波部とからなるとよい。

これにより、送信装置や伝送路の負荷を増やすことなく、さらに広帯域な信号を高品質かつ経済的に多重伝送する光伝送システムを実現できる。

たとえば、光干渉部は、入力した光角度変調信号を2分岐する光分岐部と、光分岐部から分岐出力された一方もしくは両方の光角度変調信号に対して、所定の光遅延量を付与して出力する光遅延部と、光分岐部から分岐出力された他方の光角度変調信号と、光遅延部から出力された光角度変調信号とを合波すると共に再度2分岐することにより、互いに逆極性の光微分信号をそれぞれ出力する光合分波部とからなる。

これにより、光干渉部の構成が簡単となる。

好ましくは、所定の光遅延量は、パルス列の1ビット幅より小さいとよい。

これにより、光干渉系のパラメータが適切に設定されることとなるので、より広帯域な信号をさらに高品質に多重伝送する光伝送システムを実現できる。

たとえば、平衡光検波部は、光干渉部から出力された一方の光微分信号を電気信号である第1の微分パルス列に再変換して出力する第1の光検出部と、光干渉部から出力された他方の光微分信号を電気信号である第2の微分パルス列に再変換して出力する第2の光検出部と、第1の光検波

部から出力された第1の微分パルス列および／または第2の光検波部から出力された第2の微分パルス列に対して、所定の電気遅延量を付与して出力する遅延部と、遅延部で遅延処理がなされた後の第1の微分パルス列と第2の微分パルス列とを合成して、双極性の微分パルス列を出力する合波部とからなる。

これにより、光信号処理により双極性の短パルス列を生成することとなるので、送信装置や伝送路、および放射装置の負荷を増やすことなく、さらに広帯域な信号をより高品質かつ経済的に多重伝送する光伝送システムを実現できる。

たとえば、光干渉部は、入力した光角度変調信号を2分岐する光分岐部と、光分岐部から分岐出力された一方もしくは両方の光角度変調信号に対して、所定の光遅延量を付与して出力する光遅延部と、光分岐部から分岐出力された他方の光角度変調信号と、光遅延部から出力された光角度変調信号とを合波すると共に再度2分岐することにより、互いに逆極性の光微分信号をそれぞれ出力する光合分波部とからなり、平衡光検波部は、光干渉部から出力された一方の光微分信号を電気信号である第1の微分パルス列に再変換して出力する第1の光検出部と、光干渉部から出力された他方の光微分信号を電気信号である第2の微分パルス列に再変換して出力する第2の光検出部と、第1の光検波部から出力された第1の微分パルス列および／または第2の光検波部から出力された第2の微分パルス列に対して、所定の電気遅延量を付与して出力する遅延部と、遅延部で



遅延処理がなされた後の第1の微分パルス列と第2の微分パルス列とを合成して、双極性の微分パルス列を出力する合波部とからなる。

これにより、光干渉部および平衡光検波部の構成が簡単となる。

好ましくは、所定の電気遅延量と所定の光遅延量とは、等しいとよい。

これにより、光検波系のパラメータが最適に設定されることとなるので、より広帯域な信号をさらに経済的に多重伝送する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、光変調部は、パルス列生成部から出力されたパルス列を光強度変調信号に変換して出力し、波長分散特性を有し、光伝送路によって伝送された光強度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列または合成信号のパルス幅を圧縮、もしくは立ち上がり時間または／および立ち下がり時間を短縮して出力する波長分散部をさらに備え、光検波手段は、波長分散部から出力される光信号を電気信号に変換して出力する光検波部からなるとよい。

これにより、光ファイバの非線形性を利用して、光信号に対してパルス幅の狭窄化を行うことができるので、特殊なデバイスを用いることなく、高品質かつ経済的に多重伝送する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、光変調部は、入力したパルス列で、半導体レーザへの注入電流を変調して、光強度変調信号を出力する直接光変調方式を用いるとよい。

これにより、光変調方式として直接変調方式を用いるこ

とにより、より多くの広帯域無線信号を経済的に多重伝送する光伝送システムを実現できる。

好ましくは、パルス列生成手段で変換されるパルス列の変調形式は、パルス位置変調形式であるとよい。

好ましくは、データ信号抽出手段で得られるパルス列は、UWB (Ultra Wide Band) 信号であるとよい。

このように、パルス列に位置変調形式、あるいはUWB信号を用いることにより、広帯域信号により大容量データを伝送することができる光伝送システムを実現できる。

本発明の第2の局面は、1以上のデータ信号を光伝送するための送信装置であって、1以上のデータ信号に対応して予め一意に定められた1以上の符号化パターンに基づいて、1以上のデータ信号をそれぞれパルス列に変換して出力するパルス列生成手段と、パルス列生成手段から出力された1以上のパルス列を光変調信号に変換して光伝送路に出力する光変調手段とを備える。

本発明の第3の局面は、1以上のデータ信号に対応して予め一意に定められた1以上の符号化パターンに基づいて、1以上のデータ信号を変換して得られたパルス列で変調された光変調信号を、光伝送路を介して受信するための受信装置であって、光伝送路を伝送された光変調信号を電気信号に変換して出力する光検波手段と、符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、光検波手段から出力された電気信号からパルス列を得て、データ信号を抽出するデータ信号抽出手段とを備える。

## 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る伝送システム 1 の構成を示す図であり、

図 2 は、本発明の第 2 の実施形態に係る伝送システム 2 の構成を示す図であり、

図 3 A は、本発明の第 3 の実施形態に係る伝送システム 3 の構成を示す図であり、

図 3 B は、パルス列生成部 1 1 1 から出力されるパルス列 ( a ) 、および光伝送路 2 0 0 を伝送する光変調信号 ( a ) の時間波形を示す図であり、

図 3 C は、パルス圧縮部 3 2 1 および光検波部 3 0 1 から出力されるパルス列 ( b ) の時間波形を示す図であり、

図 4 A は、本発明の第 4 の実施形態に係る伝送システム 4 の構成を示す図であり、

図 4 B は、パルス列生成部から出力されるパルス列 ( a ) の時間波形を示す図であり、

図 4 C は、フィルタ部から出力される電気信号 ( b ) 、および光伝送路 2 0 0 を伝送する被変調信号 ( b ) の時間波形を示す図であり、

図 4 D は、パルス圧縮部 3 2 1 および光検波部 3 0 1 から出力されるパルス列 ( c ) の時間波形を示す図であり、

図 5 A は、本発明の第 5 の実施形態に係る伝送システム 5 の構成を示す図であり、

図 5 B は、パルス列生成部 1 3 2 から出力されるパルス列 ( a ) 、および伝送路を伝送する光角度変調信号 ( a )

の時間波形を示す図であり、

図 5 C は、光分岐部 3 3 1 から出力される一方の光信号 ( a ' ) 、および光遅延部 3 3 2 から出力される光信号 ( b ) の時間波形を示す図であり、

図 5 D は、二つの光微分信号 ( c ) および ( d ) の時間波形を示す図であり、

図 6 A は、本発明の第 6 の実施形態に係る伝送システム 6 の構成を示す図であり、

図 6 B は、パルス列生成部 1 3 2 から出力されるパルス列 ( a ) 、および光伝送路 2 0 0 を伝送する光角度変調信号 ( a ) の時間波形を示す図であり、

図 6 C は、光分岐部 3 3 1 から出力される一方の光信号 ( a ' ) 、および光遅延部 3 3 2 から出力される光信号 ( b ) の時間波形を示す図であり、

図 6 D は、第 1 の微分パルス列 ( c ) および第 2 の微分パルス列 ( d ) の時間波形を示す図であり、

図 6 E は、合波部 3 4 5 に入力される第 1 の微分パルス列 ( c ) および第 2 の微分パルス列 ( e ) の時間波形を示す図であり、

図 6 F は、合波部 3 4 5 から出力される双極性の微分パルス列 ( f ) の時間波形を示す図であり、

図 7 は、本発明の第 7 の実施形態に係る伝送システム 7 の構成を示す図であり、

図 8 は、本発明の第 8 の実施形態に係る伝送システム 8 の構成を示す図であり、

図 9 は、本発明の第 9 の実施形態に係る伝送システム 9

の構成を示す図であり、

図 1 0 は、本発明の第 1 0 の実施形態に係る伝送システム 1 0 の構成を示す図であり、

図 1 1 は、本発明の第 1 1 の実施形態に係る伝送システム 1 1 の構成を示す図であり、

図 1 2 は、本発明の第 1 2 の実施形態に係る伝送システム 1 2 の構成を示す図であり、

図 1 3 は、本発明の第 1 3 の実施形態に係る伝送システム 1 3 の構成を示す図であり、

図 1 4 は、本発明の第 1 4 の実施形態に係る伝送システム 1 4 の構成を示す図であり、

図 1 5 A は、本発明の第 1 5 の実施形態に係る伝送システム 1 0 の構成を示す図であり、

図 1 5 B は、第 1 および第 2 のパルス列生成部 5 0 1 , 5 0 2 から出力されるパルス列 ( a ) 、および光伝送路 2 0 0 を伝送する光変調信号 ( a ) の時間波形を示す図であり、

図 1 5 C は、パルス圧縮部 3 2 1 および光検波部 3 0 1 から出力されるパルス列 ( b ) の時間波形を示す図であり、

図 1 6 A は、本発明の第 1 6 の実施形態に係る伝送システム 1 6 の構成を示す図であり、

図 1 6 B は、第 1 および第 2 のパルス列生成部 1 4 1 , 1 4 2 から出力されるパルス列 ( a ) の時間波形を示す図であり、

図 1 6 C は、フィルタ部 5 1 1 , 5 1 2 から出力される

信号 ( b ) 、光伝送路 2 0 0 を伝送する光変調信号 ( b ) の時間波形を示す図であり、

図 1 6 D は、パルス圧縮部 3 2 1 および光検波部 3 0 1 から出力されるパルス列 ( b ) の時間波形を示す図であり、

図 1 7 A は、本発明の第 1 7 の実施形態に係る伝送システム 1 7 の構成を示す図であり、

図 1 7 B は、第 1 および第 2 のパルス列生成部 5 2 1 , 5 2 2 、合成部 1 6 1 から出力されるパルス列 ( a ) 、光伝送路 2 0 0 を伝送する光変調信号 ( a ) の時間波形を示す図であり、

図 1 7 C は、光分岐部 3 3 1 から出力される一方の光信号 ( a ' ) 、および光遅延部 3 3 2 から出力される光信号 ( b ) の時間波形を示す図であり、

図 1 7 D は、二つの光微分信号 ( c ) および ( d ) の時間波形を示す図であり、

図 1 8 A は、本発明の第 1 8 の実施形態に係る伝送システム 1 8 の構成を示す図であり、

図 1 8 B は、第 1 および第 2 のパルス列生成部 5 2 1 , 5 2 2 、合成部 1 6 1 から出力されるパルス列 ( a ) 、および光伝送路 2 0 0 を伝送する光角度変調信号 ( a ) の時間波形を示す図であり、

図 1 8 C は、光分岐部 3 3 1 から出力される一方の光信号 ( a ' ) 、および光遅延部 3 3 2 から出力される光信号 ( b ) の時間波形を示す図であり、

図 1 8 D は、第 1 の微分パルス列 ( c ) および第 2 の微

分パルス列（d）の時間波形を示す図であり、

図18Eは、合波部345に入力される第1の微分パルス列（c）および第2の微分パルス列（e）の時間波形を示す図であり、

図18Fは、合波部345から出力される双極性の微分パルス列（f）の時間波形を示す図であり、

図19は、短パルス列を伝送する従来の伝送システムの構成を示す図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

##### （第1の実施形態）

図1は、本発明の第1の実施形態に係る伝送システム1の構成を示す図である。図1では、理解を容易にするため、主要部の信号の時間波形が示されている。図1において、伝送システム1は、送信装置100と、光伝送路200と、受信装置300とを備える。送信装置100と受信装置300とは、光伝送路200を介して接続される。送信装置100は、パルス列生成部101と、光変調部102とを含む。受信装置300は、光検波部301と、復調部302とを含む。

次に、伝送システム1の動作について説明する。パルス列生成部101には、データ信号Dが入力される。パルス列生成部101は、予め定められた符号化パターンを用いて、データ信号Dをパルス列に変換して出力する。光変調部102は、パルス列生成部101が出力したパルス列を、光強度変調信号に変換して、光伝送路200に送出する

。光検波部 3 0 1 は、自乗検波特性を有し、光伝送路 2 0 0 を介して伝送される光強度変調信号を電気信号に変換して、出力する。復調部 3 0 2 は、パルス列生成部 1 0 1 で用いた符号化パターンに一意に対応する復号化パターンを用いて、光検波部 3 0 1 から出力された電気信号からパルス列を抽出し、データ信号 D を復調する。

パルス列生成部 1 0 1 で用いられるパルス列の変調形式は、データ信号に対応して予め定められた符号化パターンに基づいて、当該データ信号をパルス位置情報に変換するパルス位置変調形式である。パルス列生成部 1 0 1 は、パルス列のパルス幅をより狭めることにより、より広帯域に周波数スペクトルを拡散してパルス列の電力ピークを抑圧する。したがって、他のパルス列に与える妨害レベルを低減することができる。さらに各データ信号に対応して固有の符号化／復号化パターンを割り当てることによって、干渉耐力を向上させることができる。より具体的には、パルス列として U W B 信号を用いる。

このように、第 1 の実施形態によれば、データ信号に対応して予め一意に定められた符号化パターンに基づいて、データ信号をパルス列に変換し、光信号に変換した後、光伝送し、受信した光信号をパルス列に変換して、当該符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて当該パルス列からデータ信号を復調することとなる。したがって、パルス列を電気伝送路で伝送するのに比べて、伝送路の特性の影響を受けずに、長距離にパルス列を伝送することができることとなる。



(第2の実施形態)

図2は、本発明の第2の実施形態に係る伝送システム2の構成を示す図である。図2では、理解を容易にするため、主要部の信号の時間波形が示されている。図2において、伝送システム2は、送信装置100と、光伝送路200と、受信装置310と、無線端末400とを備える。送信装置100と受信装置310とは、光伝送路200を介して接続される。送信装置100は、パルス列生成部101と、光変調部102とを含む。受信装置310は、光検波部301と、放射部312とを含む。図2において、第1の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略する。

次に、伝送システム2の動作について説明する。本実施形態の構成は、前述の第1の実施形態(図1参照)の構成に準ずるため、相違点のみを以下に説明する。放射部312は、光検波部301によって変換された電気信号を無線信号に変換して放射する。無線端末400は、放射された無線信号を受信して、パルス列生成部101で用いた符号化パターンに一意に対応する復号化パターンを用いて、受信した無線信号を電気信号に変換して、データ信号Dを抽出する。

このように、第2の実施形態によれば、データ信号に対応して予め一意に定められた符号化パターンに基づいて、データ信号をパルス列に変換し、光信号に変換した後、光伝送し、受信した光信号をパルス列に変換して、無線信号として放射し、当該符号化パターンに一意に対応する復号

化パターンに基づいて当該無線信号からデータ信号を復調することとなる。したがって、パルス列を電気伝送路で伝送するのに比べて、伝送路の特性の影響を受けずに、長距離にパルス列を伝送することができることとなる。

(第3の実施形態)

図3Aは、本発明の第3の実施形態に係る伝送システム3の構成を示す図である。図3Aにおいて、伝送システム3は、送信装置110と、光伝送路200と、受信装置320と、無線端末400とを備える。送信装置110と受信装置320とは、光伝送路200を介して接続される。送信装置110は、パルス列生成部111と、光変調部102を含む。受信装置320は、パルス圧縮部321と、光検波部301と、放射部312を含む。図3Aにおいて、第1または第2の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略する。

次に、伝送システム3の動作について説明する。本実施形態の構成は、前述の第1および第2の実施形態（図1、図2参照）の構成に準ずるため、相違点のみを以下に説明する。

パルス列生成部111は、予め定められた符号化パターンを用いて、入力されるデータ信号Dをパルス列に変換して出力する。第1の実施形態におけるパルス列生成部101から出力されるパルス列は、立ち上がり部および立ち下がり部が極めて急峻な（ステップ的）な方形パルスの列であった。しかし、パルス列生成部111が出力するパルス

列は、第 1 の実施形態と異なり、立ち上がり部および立ち下がり部がある程度の緩やかな傾斜を有するパルスの列である。以下、このようなパルスを台形パルスということにする。図 3 B は、パルス列生成部 1 1 1 から出力されるパルス列 ( a ) 、および光伝送路 2 0 0 を伝送する光変調信号 ( a ) の時間波形を示す図である。図 3 B に示すように、パルス列生成部 1 1 1 から出力されるパルス列 ( a ) 、および光伝送路 2 0 0 を伝送する光変調信号 ( a ) は、台形パルスとなっている。

パルス列生成部 1 1 1 が出力したパルス列は、光変調部 1 0 2 によって、光強度変調信号に変換され、光伝送路 2 0 0 に送出される。パルス圧縮部 3 2 1 は、光伝送路 1 0 4 を介して伝送された光変調信号を入力し、その変調情報 ( パルス幅 ) を圧縮、すなわち変調情報の立ち上がり時間および／または立ち下がり時間を短縮して出力する。図 3 C は、パルス圧縮部 3 2 1 および光検波部 3 0 1 から出力されるパルス列 ( b ) の時間波形を示す図である。図 3 C に示すように、パルス圧縮部 3 2 1 および光検波部 3 0 1 から出力されるパルス列 ( b ) は、パルス幅が狭窄化された方形パルスとなっている。

パルス圧縮部 3 2 1 には、例えば、一般的なシングルモード光ファイバ等の波長分散特性を有した媒質が用いられる。光変調部 1 0 2 には、半導体レーザへの注入電流を直接変調する直接光変調方式が用いられる。即ち、パルス圧縮部 3 2 1 は、直接光変調方式により生成される光強度変調信号において光周波数 ( 波長 ) が変動する性質 ( 波長チ

ャープ性) と、波長分散性との相互作用を利用して、当該変調情報を圧縮し、光検波部 105 から出力されるパルス列のパルス幅が狭窄化されるようにする。

このように、第 3 の実施形態によれば、伝送信号のパルス幅を、光伝送後に光信号処理を用いて狭窄化するので、送信装置や伝送路に必要な帯域幅を増やすことなく、パルス列の周波数スペクトルを拡大して、無線信号の干渉耐力を高めることができる。

なお、第 3 の実施形態では、放射部 312 から無線信号が放射され、無線端末で復調するシステムについて説明したが、光検波部から出力される電気信号を無線信号として放射せずに復調部で復調するように、第 1 の実施形態に示すようなシステムを構成してもよい。

#### (第 4 の実施形態)

図 4 A は、本発明の第 4 の実施形態に係る伝送システム 4 の構成を示す図である。図 4 A において、伝送システム 4 は、送信装置 120 と、光伝送路 200 と、受信装置 320 と、無線端末 400 とを備える。送信装置 120 と受信装置 320 とは、光伝送路 200 を介して接続される。送信装置 120 は、パルス列生成部 101 と、フィルタ部 121 と、光変調部 102 とを含む。受信装置 320 は、パルス圧縮部 321 と、光検波部 301 と、放射部 312 とを含む。図 4 A において、第 1 または第 3 の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略する。

次に、伝送システム 4 の動作について説明する。本実施

形態の構成は、前述の第 1 および第 3 の実施形態（図 1、図 3 参照）の構成に準ずるため、相違点のみを以下に説明する。

フィルタ部 1 2 1 は、パルス列生成部 1 0 1 から出力されたパルス列（a）（図 4 B 参照）に対して帯域制限を施すことにより、当該パルス列のパルス幅を伸長し、すなわち立ち上がり時間および立ち下がり時間を拡大し、出力する。図 4 C は、フィルタ部から出力される電気信号（b）、および光伝送路 2 0 0 を伝送する被変調信号（b）の時間波形を示す図である。

パルス圧縮部 3 2 1 は、光伝送路 1 0 4 を介して伝送された光変調信号を入力し、その変調情報（パルス幅）を圧縮、すなわち変調情報の立ち上がり時間および／または立ち下がり時間を短縮して出力する。図 4 D は、パルス圧縮部 3 2 1 および光検波部 3 0 1 から出力されるパルス列（c）の時間波形を示す図である。

このように、第 4 の実施形態によれば、伝送信号のパルス幅を、光伝送前に一旦伸長し、光伝送後に再びパルス圧縮部で狭窄化することとなるので、送信装置や伝送路に必要な帯域幅を緩和しながら、高い干渉耐力を有する広帯域無線信号を高品質に伝送することができる。

なお、第 4 の実施形態では、放射部 3 1 2 から無線信号が放射され、無線端末で復調するシステムについて説明したが、光検波部から出力される電気信号を無線信号として放射せずに復調部で復調するように、第 1 の実施形態に示すようなシステムを構成してもよい。

(第5の実施形態)

図5Aは、本発明の第5の実施形態に係る伝送システム5の構成を示す図である。図5Aにおいて、伝送システム5は、送信装置130と、光伝送路200と、受信装置330と、無線端末400とを備える。送信装置130と受信装置330とは、光伝送路200を介して接続される。送信装置130は、パルス列生成部132と、光角度変調部131とを含む。受信装置330は、光分岐部331と、光遅延部332と、光合分波部333と、光検波部301と、放射部312とを含む。光分岐部331、光遅延部332および光合分波部333によって光干渉部334が構成される。図5Aにおいて、第1または第2の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略する。

次に、伝送システム5の動作について説明する。本実施形態の構成は、第1および第2の実施形態（図1、図2参照）の構成に準ずるため、相違点のみを以下に説明する。

パルス列生成部132は、予め定めた符号化パターンを用いて、入力されるデータ信号Dを、第1の実施形態におけるパルス列生成部101が出力するパルス列のパルス幅よりも広いパルス幅を有するパルス列に変換して出力する。光角度変調部131は、パルス列生成部101から出力されるパルス列を光角度変調信号に変換し、光伝送路200へ送出する。図5Bは、パルス列生成部132から出力されるパルス列(a)、および光伝送路200を伝送する光角度変調信号(a)の時間波形を示す図である。図5B

に示すように、パルス列生成部 1 3 2 から出力されるパルス列 (a)、および伝送路を伝送する光角度変調信号 (a) のパルス幅は第 1 の実施形態に比べて広い。

光分岐部 3 3 1 は、光伝送路を介して伝送される光角度変調信号を分岐し、一方の光信号を光遅延部 3 3 2 に入力し、他方の光信号を光合分波部 3 3 3 に入力する。光遅延部 3 3 2 は、入力される光信号に対して所定の伝搬遅延量  $T_1$  を付与したのち、光合分波部 3 3 3 に入力する。図 5 C は、光分岐部 3 3 1 から出力される一方の光信号 (a')、および光遅延部 3 3 2 から出力される光信号 (b) の時間波形を示す図である。図 5 C に示すように、光遅延部 3 3 2 から出力される光信号 (b) は、光信号 (a') に比べて、 $T_1$  だけ遅延している。

光合分波部 3 3 3 は、入力される二つの光信号を合波して再分岐する。これにより、光合分波部 3 3 3 は、光角度変調信号の変調信号 (パルス列) の微分成分に相当し、かつ互いに逆極性の変調信号を有する二つの光強度変調信号 (以下、光微分信号と呼ぶ) (c) および (d) をそれぞれ出力する。図 5 D は、二つの光微分信号 (c) および (d) の時間波形を示す図である。光検波部 3 0 1 は、一方の光微分信号 (c) を電気信号である微分パルス列に再変換して出力する。図 5 D に示すように、光検波部 3 0 1 から出力される光微分信号 (c) は、パルス列が狭窄化されている信号となっている。

なお、光遅延部 3 3 2 において付与する光遅延量  $T_1$  は、パルス列生成部 1 3 2 から出力されるパルス列の 1 ビッ

ト幅より小さく設定されている。

このように、第 5 の実施形態によれば、光信号処理を用いて、単極性の短パルス列を生成することができるので、送信装置や伝送路に必要な帯域幅を増やすことなく、パルス列の周波数スペクトルを拡大して、無線信号の干渉耐力を高めることができる。

なお、第 5 の実施形態では、光遅延部が光分岐部から出力される一方の光角度変調信号を遅延させることとしたが、両方の光角度変調信号を遅延させるように二つの光遅延部が挿入されていてもよい。この場合も、光合分波部に入力される二つの光角度変調信号の時間ずれが光遅延量  $T_1$  となるように、二つの光遅延部の遅延量を決定すればよい。

なお、第 5 の実施形態では、放射部 3 1 2 から無線信号が放射され、無線端末で復調するシステムについて説明したが、光検波部から出力される電気信号を無線信号として放射せずに復調部で復調するように、第 1 の実施形態に示すようなシステムを構成してもよい。

#### (第 6 の実施形態)

図 6 A は、本発明の第 6 の実施形態に係る伝送システム 6 の構成を示す図である。図 6 A において、伝送システム 6 は、送信装置 1 3 0 と、光伝送路 2 0 0 と、受信装置 3 4 0 と、無線端末 4 0 0 とを備える。送信装置 1 3 0 と受信装置 3 4 0 とは、光伝送路 2 0 0 を介して接続される。送信装置 1 3 0 は、パルス列生成部 1 3 2 と、光角度変調部 1 3 1 とを含む。受信装置 3 4 0 は、光干渉部 3 4 6 と



、平衡光検波部 3 4 7 と、放射部 3 1 2 とを含む。光干渉部 3 4 6 は、光分岐部 3 3 1 と、光遅延部 3 3 2 と、光合分波部 3 3 3 とを有する。平衡光検波部 3 4 7 は、第 1 の光検出部 3 4 1 と、第 2 の光検出部 3 4 2 と、遅延部 3 4 3 と、合波部 3 4 5 とを有する。図 6 A において、第 5 の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略する。

次に、伝送システム 6 の動作について説明する。本実施形態の構成は、第 5 の実施形態の構成（図 5 参照）に準ずるため、同様の部分については説明を簡素化する。パルス列生成部 1 3 2 は、予め定めた符号化パターンを用いて、入力されるデータ信号 D を広いパルス幅を有するパルス列（a）に変換して出力する（図 6 B 参照）。光角度変調部 1 3 1 は、パルス列生成部 1 0 1 から出力されるパルス列を光角度変調信号に変換し、光伝送路 2 0 0 へ送出する。

光分岐部 3 3 1 は、光伝送路を介して伝送される光角度変調信号を分岐し、一方の光信号（a'）（図 6 C 参照）を光遅延部 3 3 2 に入力し、他方の光信号を光合分波部 3 3 3 に入力する。光遅延部 3 3 2 は、入力される光信号に対して所定の伝搬遅延量 T 1 を付与した光信号（b）（図 6 C 参照）を光合分波部 3 3 3 に入力する。

光合分波部 3 3 3 は、入力される二つの光信号を二つの光微分信号に二分岐する。第 1 の光検出部 3 4 1 は、光合分波部 3 3 3 から出力される一方の光微分信号を、電気信号である第 1 の微分パルス列（c）に再変換して出力する。第 2 の光検出部 3 4 2 は、光合分波部 3 3 3 から出力さ

れる他方の光微分信号を、電気信号である第2の微分パルス列(d)に再変換して出力する。図6Dは、第1の微分パルス列(c)および第2の微分パルス列(d)の時間波形を示す図である。

遅延部343は、第2の光検出部342から出力された第2の微分パルス列(d)に所定の伝搬遅延量 $T_2$ を付与した第2のパルス列(e)を出力する。合波部345は、第1の光検出部341からの第1の微分パルス列(c)と遅延部343からの伝搬遅延量 $T_2$ が付与された第2の微分パルス列(e)とを合波することにより、双極性の微分パルス列(f)を生成して出力する。図6Eは、合波部345に入力される第1の微分パルス列(c)および第2の微分パルス列(e)の時間波形を示す図である。図6Fは、合波部345から出力される双極性の微分パルス列(f)の時間波形を示す図である。

光遅延部322において付与する光遅延量 $T_1$ は、パルス列の1ビット幅より小さく設定されている。遅延部343において付与する電気遅延量 $T_2$ は、好ましくは光遅延量 $T_1$ に等しいとよい。

このように、第6の実施形態によれば、光信号処理を用いて双極性の短パルス列を生成することができるので、送信装置や伝送路に必要な帯域幅を増やすことなく、パルス列の周波数スペクトルを拡大して、無線信号の干渉耐力を高めることができる。

なお、第6の実施形態では、光遅延部が光分岐部から出力される一方の光角度変調信号を遅延させることとしたが

、両方の光角度変調信号を遅延させるように二つの光遅延部が挿入されていてもよい。この場合も、光合分波部に入力される二つの光角度変調信号の時間ずれが光遅延量  $T_1$  となるように、二つの光遅延部の遅延量を決定すればよい。

なお、第6の実施形態では、第2の光検出部から出力される第2の微分パルスのみを遅延させることとしたが、第1および第2の微分パルスの両方を遅延させるように二つの遅延部が挿入されていてもよい。この場合も、合波部に入力される第1および第2の微分パルスの時間ずれが光遅延量  $T_2$  となるように、二つの遅延部の遅延量を決定すればよい。

なお、第6の実施形態では、放射部312から無線信号が放射され、無線端末で復調するシステムについて説明したが、光検波部から出力される電気信号を無線信号として放射せずに復調部で復調するように、第1の実施形態に示すようなシステムを構成してもよい。

#### （第7の実施形態）

図7は、本発明の第7の実施形態に係る伝送システム7の構成を示す図である。図7において、伝送システム7は、送信装置140と、光伝送路200と、受信装置350とを備える。送信装置140と受信装置350とは、光伝送路200を介して接続される。送信装置140は、第1のパルス列生成部141と、第2のパルス列生成部142と、第1の光変調部143と、第2の光変調部144と、光合波部145とを含む。受信装置350は、光検波部3

0 1 と、復調分離部 3 5 1 とを含む。

次に、伝送システム 7 の動作について説明する。第 1 のパルス列生成部 1 4 1 は、入力される第 1 のデータ信号 D 1 を、当該データ信号に対応して予め定められた第 1 の符号化パターンに基づいて、第 1 のパルス列に変換して出力する。第 2 のパルス列生成部 1 4 2 は、入力される第 2 のデータ信号 D 2 を、当該データ信号に対応して予め定められた第 1 の符号化パターンとは異なる第 2 の符号化パターンに基づいて、第 2 のパルス列に変換して出力する。第 1 および第 2 の光変調部 1 4 3 および 1 4 4 は、第 1 および第 2 のパルス列に対応して設けられており、当該パルス列をそれぞれ光変調信号に変換し、出力する。光合波部 1 4 5 は、第 1 および第 2 の光変調部 1 4 3 および 1 4 4 から出力される光変調信号を合波し、光伝送路 2 0 0 へ送出する。光検波部 3 0 1 は、自乗検波特性を有し、光伝送路 2 0 0 を介して伝送される光変調信号を、電気信号に再変換し、出力する。復調分離部 3 5 1 は、第 1 および／または第 2 の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、光検波部 3 0 1 から出力される電気信号を選択的に復調してパルス列を得て、第 1 のデータ信号 D 1 および／または第 2 のデータ信号 D 2 を抽出し、出力する。

第 1 および第 2 のパルス列生成部 1 4 1 , 1 4 2 で用いられるパルス列の変調形式は、データ信号に対応して予め定められた符号化パターンに基づいて、当該データ信号をパルス位置情報に変換するパルス位置変調形式である。第 1 および第 2 のパルス列生成部 1 4 1 , 1 4 2 は、パルス

列のパルス幅をより狭めることにより、より広帯域に周波数スペクトルを拡散して当該電力ピークを抑圧する。したがって、他のパルス列との合波・多重化時において他のパルス列に与える妨害レベルを低減し、さらに各データ信号に対応して固有の符号化／復号化パターンを割り当てることによって、干渉耐力を向上させて、複数のパルス列を非同期に多重化することができる。

なお、三以上のデータ信号を多重化する場合、パルス列生成部および光変調部を複数設けて、データ信号毎に相異なる符号化パターンおよび復号化パターンを割り当て、パルス列生成部でパルス列を生成して、光変調部で光変調信号に変換して、光合波部で合波して、光伝送すればよい。この場合、復調分離部は、二つの場合と同様に、光検波部から出力される電気信号を復号化パターンを用いて選択的に復調し、各データ信号を抽出し、出力する。

このように、第7の実施形態によれば、複数のデータ信号に対応して予め定められた互いに異なる符号化パターンに基づいて、複数のデータ信号をパルス列に変換し、光変調信号に変換した上で合波して光伝送する。その後、光伝送された光信号を電気信号に変換して、送信装置で用いた符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、所望のデータ信号を選択的に復調して抽出する。したがって、データ信号同士の干渉による品質劣化を防ぐと共に、データ信号間の同期手順を要することなく、高品質かつ簡単に、複数データ信号の多重化・収容を実現することができる。

なお、光検波部 301 から出力される電気信号を放射部を用いて電波として放射してもよい。この場合、当該電波を受信した無線端末が復調分離部を用いて、所望のデータ信号を抽出することとなる。

(第 8 の実施形態)

図 8 は、本発明の第 8 の実施形態に係る伝送システム 8 の構成を示す図である。図 8 において、伝送システム 8 は、送信装置 140 と、光伝送路 200 と、受信装置 360 とを備える。送信装置 140 と受信装置 360 とは、光伝送路 200 を介して接続される。送信装置 140 は、第 1 のパルス列生成部 141 と、第 2 のパルス列生成部 142 と、第 1 の光変調部 143 と、第 2 の光変調部 144 と、光合波部 145 とを含む。受信装置 360 は、光分岐部 361 と、第 1 の光検波部 362 と、第 2 の光検波部 363 と、第 1 の復調分離部 364 と、第 2 の復調分離部 365 とを含む。図 8 において、第 7 の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略する。

次に、伝送システム 8 の動作について説明する。本実施形態の構成は、前述の第 7 の実施形態（図 7 参照）の構成に準ずるため、相違点のみを以下に説明する。光分岐部 361 は、光伝送路 200 を介して伝送される光変調信号を複数（図 8 では 2 つ）に分岐し、出力する。第 1 および第 2 の光検波部 362, 363 は、光分岐部 361 によって分岐される光変調信号に対応して設けられ、当該光変調信号をそれぞれ電気信号に再変換し、出力する。第 1 および

第 2 の復調分離部 3 6 4 , 3 6 5 は、第 1 および第 2 の光検波部 3 6 2 , 3 6 3 から出力される電気信号に対応して設けられ、第 1 および第 2 の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づき、当該電気信号を選択的に復調し、それぞれ第 1 のデータ信号 D 1 および第 2 のデータ信号 D 2 を抽出し、出力する。

なお、三以上のデータ信号を多重化する場合、パルス列生成部および光変調部を複数設けて、データ信号毎に相異なる符号化パターンおよび復号化パターンを割り当て、パルス列生成部でパルス列を生成して、光変調部で光変調信号に変換して、光合波部で合波して、光伝送すればよい。この場合、光分岐部は、入力される光変調信号を複数に分岐して、分岐された光変調信号をそれぞれ、光検波部で検波して、復号化パターンを用いて選択的に復調して、各データ信号を抽出すればよい。

このように、第 8 の実施形態によれば、複数のデータ信号をそれぞれパルス列に変換し、光変調信号に変換した上で合波して光伝送する。その後、受信側では、光分配して、各光信号を電気信号に変換して、データ信号をそれぞれ復調して、抽出する。したがって、データ信号同士の干渉による品質劣化を防ぐと共に、データ信号間の同期手順を要することなく、高品質かつ簡単に、複数データ信号の多重伝送を実現することができる。

なお、各光検波部から出力される電気信号を放射部を用いて電波として放射してもよい。この場合、当該電波を受信した無線端末が復調分離部を用いて、所望のデータ信号

を抽出することとなる。

(第9の実施形態)

図9は、本発明の第9の実施形態に係る伝送システム9の構成を示す図である。図9において、伝送システム9は、送信装置150と、光伝送路200と、受信装置370とを備える。送信装置150と受信装置370とは、光伝送路200を介して接続される。送信装置150は、第1のパルス列生成部141と、第2のパルス列生成部142と、第1の光変調部143と、第2の光変調部144と、光合波部145と、データ光変調部151とを含む。受信装置370は、光検波部301と、データ分離部371と、復調分離部351とを含む。図9において、第7の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略する。図9に示す構成において、図7に示す構成と異なる点は、データ光変調部151と、データ分離部371とを新たに備える点である。

次に、伝送システム9の動作について説明する。本実施形態の構成は、前述の第7の実施形態（図7参照）の構成に準ずるため、相違点のみを以下に説明する。データ光変調部151には、第1および第2のパルス列よりも遅いクロックレートを有する第3のデータ信号D3が入力される。データ光変調部151は、入力した第3のデータ信号D3を光変調信号に変換して出力する。光合波部145は、第1および第2の光変調部143、144から出力される光変調信号と、データ光変調部151から出力される光変調信号とを合波して、光伝送路200へ送出する。データ



分離部 3 7 1 は、光検波部 3 0 1 から出力される電気信号から、第 3 のデータ信号 D 3 を分離し、出力すると共に、その他の信号を復調分離部 3 5 1 に出力する。

なお、三以上のパルス列を多重化する場合、各パルス列に対応させて光変調部を設け、光合波部で合波して光伝送するようにすればよい。受信側では、復調分離部において、三以上のパルス列を復号化パターンを用いて選択的に復調すればよい。

このように、第 9 の実施形態によれば、複数のデータ信号をそれぞれパルス列に変換し、多重化および光伝送すると共に、当該パルス列よりも遅い繰り返し周期を有するデータ信号を多重化するので、簡単な構成で、より多くのデータ信号の多重伝送を実現することができる。

なお、各光検波部から出力される電気信号を放射部を用いて電波として放射してもよい。この場合、当該電波を受信した無線端末が復調分離部を用いて、所望のデータ信号を抽出することとなる。

#### (第 1 0 の実施形態)

図 1 0 は、本発明の第 1 0 の実施形態に係る伝送システム 1 0 の構成を示す図である。図 1 0 において、伝送システム 1 0 は、送信装置 1 6 0 と、光伝送路 2 0 0 と、受信装置 3 5 0 とを備える。送信装置 1 6 0 と受信装置 3 5 0 とは、光伝送路 2 0 0 を介して接続される。送信装置 1 6 0 は、第 1 のパルス列生成部 1 4 1 と、第 2 のパルス列生成部 1 4 2 と、合成部 1 6 1 と、光変調部 1 6 2 とを含む。受信装置 3 5 0 は、光検波部 3 0 1 と、復調分離部 3 5

1 とを含む。図 10 において、第 7 の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略する。図 10 に示す構成において、図 7 に示す構成と異なる点は、光合波部 145 に代えて、合成部 161 と、光変調部 162 とを備える点である。

次に、伝送システム 10 の動作について説明する。本実施形態の構成は、前述の第 7 の実施形態（図 7 参照）の構成に準ずるため、相違点のみを以下に説明する。合成部 161 は、第 1 および第 2 のパルス列生成部 141, 142 から出力されるパルス列を合成し、出力する。光変調部 162 は、合成部 161 から出力される合成信号を光変調信号に変換し、光伝送路 104 へ送出する。

なお、三以上のデータ信号を多重化する場合、合成部でデータ信号毎に得られるパルス列を合成して、光変調部で変調すればよい。受信側では、光検波部から出力される電気信号を、符号化パターンを用いて選択的に復調し、各データ信号を抽出すればよい。

このように、第 10 の実施形態によれば、複数のデータ信号に対応して予め定められた互いに異なる符号化パターンに基づいて、複数のデータ信号をパルス列に変換して合成し、光変調信号に変換した上で光伝送する。その後、光伝送された光信号を電気信号に変換して、送信装置で用いた符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、所望のデータ信号を選択的に復調して抽出する。したがって、データ信号同士の干渉による品質劣化を防ぐと共に、データ信号間の同期手順を要することなく、高品質

かつ簡単に、複数データ信号の多重化・収容を実現することができる。

(第11の実施形態)

図11は、本発明の第11の実施形態に係る伝送システム11の構成を示す図である。図11において、伝送システム11は、送信装置160と、光伝送路200と、受信装置360とを備える。送信装置160と受信装置360とは、光伝送路200を介して接続される。送信装置160は、第1のパルス列生成部141と、第2のパルス列生成部142と、合成部161と、光変調部162とを含む。受信装置360は、光分岐部361と、第1の光検波部362と、第2の光検波部363と、第1の復調分離部364と、第2の復調分離部365とを含む。図11において、第8または第10の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略する。

次に、伝送システム11の動作について説明する。本実施形態の構成は、前述の第10の実施形態（図10参照）の構成に準ずるため、相違点のみを以下に説明する。光分岐部361は、光伝送路200を介して伝送される光変調信号を複数に（図11では2つ）分岐し、出力する。第1および第2の光検波部362、363は、光分岐部361によって分岐される光変調信号に対応して設けられ、当該光変調信号をそれぞれ電気信号に再変換し、出力する。第1および第2の復調分離部364、365は、第1および第2の光検波部362、363から出力される電気信号に

対応して設けられ、第 1 および第 2 の符号化パターンに一  
意に対応する復号化パターンに基づき、当該電気信号を選  
択的に復調し、それぞれ第 1 のデータ信号 D 1 および第 2  
のデータ信号 D 2 を抽出し、出力する。

なお、三以上のデータ信号を多重化する場合の構成につ  
いては、第 8 および第 10 の実施形態で説明したのと同様  
である。

このように、第 11 の実施形態によれば、複数のデータ  
信号をそれぞれパルス列に変換して合成し、光変調信号に  
変換した上で光伝送する。その後、受信側では、光分配し  
て、各光信号を電気信号に変換して、データ信号をそれぞ  
れ復調して、抽出する。したがって、データ信号同士の干  
渉による品質劣化を防ぐと共に、データ信号間の同期手順  
を要することなく、高品質かつ簡単に、複数データ信号の  
多重伝送を実現することができる。

なお、各光検波部から出力される電気信号を放射部を用  
いて電波として放射してもよい。この場合、当該電波を受  
信した無線端末が復調分離部を用いて、所望のデータ信号  
を抽出することとなる。

#### (第 12 の実施形態)

図 12 は、本発明の第 12 の実施形態に係る伝送システ  
ム 12 の構成を示す図である。図 12 において、伝送シス  
テム 12 は、送信装置 170 と、光伝送路 200 と、受信  
装置 380 とを備える。送信装置 170 と受信装置 380  
とは、光伝送路 200 を介して接続される。送信装置 17  
0 は、第 1 のパルス列生成部 141 と、第 2 のパルス列生

成部 1 4 2 と、合成部 1 7 1 と、光変調部 1 6 2 とを含む。受信装置 3 8 0 は、光分岐部 3 8 1 と、第 1 の光検波部 3 6 2 と、第 2 の光検波部 3 6 3 と、第 1 の復調分離部 3 6 4 と、第 2 の復調分離部 3 6 5 と、データ光検波部 3 8 2 とを含む。図 1 2 において、第 1 1 の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略する。図 1 2 に示す構成では、図 1 1 に示す構成に対して、合成部 1 7 1 が第 3 のデータ信号 D 3 を合成し、光分岐部 3 8 1 が 3 分岐し、データ光検波部 3 8 2 が新たに加えられた点異なる。

次に、伝送システム 1 2 の動作について説明する。本実施形態の構成は、前述の第 1 1 の実施形態（図 1 1 参照）の構成に準ずるため、相違点のみを以下に説明する。合成部 1 7 1 は、第 1 および第 2 のパルス列と共に、第 1 および第 2 のパルス列よりも遅いクロックレートを有する第 3 のデータ信号 D 3 を合成し、光変調部 1 6 2 に出力する。光分岐部 3 8 1 は、光伝送路 2 0 0 を介して伝送された光信号を 3 分岐する。データ光検波部 3 8 2 は、光分岐部 3 8 1 から分岐、出力される光変調信号の 1 つを電気信号に再変換すると共に、第 3 のデータ信号 D 3 を分離し、出力する。

なお、三以上のパルス列を多重化する場合、合成部で各パルス列を合成して、光分岐部でデータ信号の数だけ分岐して、光検波部で電気信号に変換して、復調分離部で符号化パターンを用いて選択的に復調すればよい。

このように、第 1 2 の実施形態によれば、複数のデータ

信号をそれぞれパルス列に変換し、多重化すると共に、当該パルス列よりも遅い繰り返し周期を有するデータ信号を多重化し、光伝送することによって、簡単な構成で、より多くのデータ信号の多重伝送を実現することができる。

なお、各光検波部から出力される電気信号を放射部を用いて電波として放射してもよい。この場合、当該電波を受信した無線端末が復調分離部を用いて、所望のデータ信号を抽出することとなる。

### (第13の実施形態)

図13は、本発明の第13の実施形態に係る伝送システム13の構成を示す図である。図13において、伝送システム13は、送信装置180と、光伝送路200と、受信装置350とを備える。送信装置180と受信装置350とは、光伝送路200を介して接続される。送信装置180は、第1のパルス列生成部141と、第2のパルス列生成部142と、第1の光変調部143と、第2の光変調部144と、光合波部145と、波長制御部181とを含む。受信装置350は、光検波部301と、復調分離部351とを含む。図13において、第7の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略する。図13に示す構成は、図7に示す構成に対して、波長制御部181が新たに加わった点異なる。

次に、伝送システム13の動作について説明する。本実施形態の構成は、前述の第7の実施形態（図7参照）の構成に準ずるため、相違点のみを以下に説明する。波長制御部181は、第1および第2の光変調部143, 144か

ら出力される光変調信号の波長が安定化するように制御し、互いに異なる波長になるように調整する。

なお、三以上のパルス列を多重化する場合も、各光変調部の波長を波長制御部が制御するようにすればよい。

このように、第13の実施形態によれば、複数のデータ信号をそれぞれパルス列に変換し、光変調信号として合波および光伝送の後、受信信号から、所望のデータ信号を選択的に復調、抽出する構成において、光変調信号の波長を適切に制御することによって、光変調信号間の干渉による品質劣化を防ぎ、より高品質に、複数データ信号の多重化・収容を実現することができる。

#### （第14の実施形態）

図14は、本発明の第14の実施形態に係る伝送システム14の構成を示す図である。図14において、伝送システム14は、送信装置160と、光伝送路200と、受信装置600と、第1の無線端末401と、第2の無線端末402とを備える。送信装置160と受信装置600とは、光伝送路200を介して接続される。送信装置160は、第1のパルス列生成部141と、第2のパルス列生成部142と、合成部161と、光変調部162とを含む。受信装置600は、光検波部301と、放射部601とを含む。図14において、第10の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略する。図14に示す構成において、図10に示す構成と異なる点は、復調分離部351に代えて、放射部601を備える点である。

次に、伝送システム 1 4 の動作について説明する。本実施形態の構成は、前述の第 1 0 の実施形態（図 1 0 参照）の構成に準ずるため、相違点のみを以下に説明する。放射部 6 0 1 は、光検波部 3 0 1 から出力される合成信号を、増幅または／および波形整形した後、無線信号として空間に放射する。第 1 および第 2 の無線端末 4 0 1 および 4 0 2 は、第 1 および 2 のパルス列生成部 1 4 1 および 1 4 2 に対応して設けられ、当該符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づき、放射部 6 0 1 から放射される無線信号を復調し、それぞれ第 1 のデータ信号 D 1 および第 2 のデータ信号 D 2 を抽出する。

このように、第 1 4 の実施形態によれば、データ信号に対応して予め一意に定められた符号化パターンに基づいてパルス列に変換し、光伝送した後、無線信号として放射し、無線端末において当該符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づき、受信信号から対応するデータ信号を復調する。したがって、高い干渉耐力を有する広帯域無線信号を高品質に伝送し、大容量化と共に、より多くの無線信号（無線端末）の多重化・収容を実現することができる。

#### （第 1 5 の実施形態）

図 1 5 A は、本発明の第 1 5 の実施形態に係る伝送システム 1 5 の構成を示す図である。図 1 5 A において、伝送システム 1 5 は、送信装置 5 0 0 と、光伝送路 2 0 0 と、受信装置 3 2 0 と、第 1 の無線端末 4 0 1 と、第 2 の無線端末 4 0 2 とを備える。送信装置 5 0 0 と受信装置 3 2 0



とは、光伝送路 2 0 0 を介して接続される。送信装置 5 0 0 は、第 1 のパルス列生成部 5 0 1 と、第 2 のパルス列生成部 5 0 2 と、合成部 1 6 1 と、光変調部 1 6 2 とを含む。受信装置 3 2 0 は、パルス圧縮部 3 2 1 と、光検波部 3 0 1 と、放射部 3 1 2 とを含む。図 1 5 A において、第 3 または第 1 4 の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略する。

次に、伝送システム 1 5 の動作について説明する。第 1 のパルス列生成部 5 0 1 には、データ信号 D 1 が入力される。第 2 のパルス列生成部 5 0 2 には、データ信号 D 2 が入力される。第 1 および第 2 のパルス列生成部 5 0 1 , 5 0 2 は、それぞれ、予め定められた符号化パターンを用いて、データ信号 D 1 , D 2 を各パルスが台形パルスであるパルス列 ( a ) に変換して出力する ( 図 1 5 B 参照 ) 。第 1 および第 2 のパルス列生成部 5 0 1 , 5 0 2 で用いられる符号化パターンは相異なるものとする。合成部 1 6 1 は、第 1 および第 2 のパルス列生成部 5 0 1 , 5 0 2 から出力されるパルス列を合成し、出力する。光変調部 1 6 2 は、合成部 1 6 1 から出力される合成信号を光変調信号 ( a ) に変換し、光伝送路 2 0 0 へ送出する。パルス圧縮部 3 2 1 は、光伝送路 2 0 0 によって伝送された光変調信号 ( a ) を入力し、その変調情報 ( パルス列、または合成信号 ) を圧縮、即ち変調情報の立ち上がり時間または／および立ち下がり時間を短縮し、出力する ( 図 1 5 C 参照 ) 。

このように、第 1 5 の実施形態によれば、伝送信号のパルス幅を、光伝送後に光信号処理を用いて狭窄化すること

となるので、送信装置や伝送路の所要帯域幅を増やすことなく、当該周波数スペクトルを拡大して、無線信号の干渉耐力をさらに高め、さらに多くの無線端末の多重化・収容を実現することができる。

なお、パルス圧縮部を、波長分散特性を有し、光強度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列または合成信号のパルス幅を圧縮、もしくは立ち上がり時間または／および立ち下がり時間を短縮して出力する波長分散部に置き換えてもよい。この場合、光変調部は、入力したパルス列で、半導体レーザへの注入電流を変調して、光強度変調信号を出力する直接光変調方式を用いるのがこのましい。これにより、光ファイバの非線形性を利用して、光信号に対してパルス幅の狭窄化を行うことができるので、特殊なデバイスを用いることなく、高品質かつ経済的に伝送する光伝送システムを実現できる。

なお、第15の実施形態では、光検波部によって検波された電気信号を無線信号として放射することとしたが、第10の実施形態のように、復調分離部を用いて受信装置が各データ信号を選択的に抽出するようにしてもよい。

（第16の実施形態）

図16Aは、本発明の第16の実施形態に係る伝送システム16の構成を示す図である。図16Aにおいて、伝送システム16は、送信装置510と、光伝送路200と、受信装置320と、第1の無線端末401と、第2の無線端末402とを備える。送信装置510と受信装置320とは、光伝送路200を介して接続される。送信装置51

0 は、第 1 のパルス列生成部 1 4 1 と、第 2 のパルス列生成部 1 4 2 と、フィルタ部 5 1 1 , 5 1 2 と、合成部 1 6 1 と、光変調部 1 6 2 とを含む。受信装置 3 2 0 は、パルス圧縮部 3 2 1 と、光検波部 3 0 1 と、放射部 3 1 2 とを含む。図 1 6 A において、第 4 または第 1 4 の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略することとする。

次に、伝送システム 1 6 の動作について説明する。本実施形態の構成は、前述の第 1 4 および第 1 5 の実施形態（図 1 4 , 1 5 参照）の構成に準ずるため、相違点のみを以下に説明する。フィルタ部 5 1 1 , 5 1 2 は、それぞれ、第 1 および第 2 のパルス列生成部 1 4 1 , 1 4 2 と合成部 1 6 1 との間に挿入され、各パルス列生成部から出力されたパルス列（a）（図 1 6 B 参照）に対して帯域制限を施すことにより、当該パルス幅を伸長、即ち立ち上がり／立ち下がり時間を拡大し、出力する（図 1 6 C 参照）。パルス圧縮部 3 2 1 は、光伝送路 1 0 4 を介して伝送された光変調信号を入力し、その変調情報（パルス幅）を圧縮、すなわち変調情報の立ち上がり時間および／または立ち下がり時間を短縮して出力する（図 1 6 D 参照）。

このように、第 1 6 の実施形態によれば、伝送信号のパルス幅を、光伝送前に一旦伸長し、光伝送後に再び狭窄化するので、送信装置や伝送路に必要な帯域幅を増やすことなく、高い干渉耐力を有する広帯域無線信号を高品質に伝送し、より多くの無線端末の多重化・収容を実現することができる。

なお、フィルタ部は、合成部 1 6 1 と光変調部 1 6 2 との間に挿入されていてもよい。

なお、第 1 6 の実施形態では、光検波部によって検波された電気信号を無線信号として放射することとしたが、第 1 0 の実施形態のように、復調分離部を用いて受信装置が各データ信号を選択的に抽出するようにしてもよい。

(第 1 7 の実施形態)

図 1 7 A は、本発明の第 1 7 の実施形態に係る伝送システム 1 7 の構成を示す図である。図 1 7 A において、伝送システム 1 7 は、送信装置 5 2 0 と、光伝送路 2 0 0 と、受信装置 3 3 0 と、第 1 の無線端末 4 0 1 と、第 2 の無線端末 4 0 2 とを備える。送信装置 5 2 0 と受信装置 3 3 0 とは、光伝送路 2 0 0 を介して接続される。送信装置 5 2 0 は、第 1 のパルス列生成部 5 2 1 と、第 2 のパルス列生成部 5 2 2 と、合成部 1 6 1 と、光角度変調部 1 3 1 とを含む。受信装置 3 3 0 は、光分岐部 3 3 1 と、光遅延部 3 3 2 と、光合分波部 3 3 3 と、光検波部 3 0 1 と、放射部 3 1 2 とを含む。図 1 7 A において、第 5 または第 1 4 の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略することとする。

次に伝送システム 1 7 の動作について説明する。本実施形態の構成は、前述の第 5 の実施形態（図 5 参照）の構成に準ずるため、相違点のみを以下に説明する。第 1 および第 2 のパルス列生成部 5 2 1, 5 2 2 は、入力されるデータ信号 D 1, D 2 を、当該データ信号に対応して予め定められた符号化パターンに基づいて、第 1 および第 2 のパル

ス列に変換して出力する。第 1 および第 2 のパルス列生成部 5 2 1, 5 2 2 が出力するパルス列 (a) のパルス幅は、第 7 の実施形態における第 1 および第 2 のパルス列生成部 1 4 1, 1 4 2 が出力するパルス列のパルス幅に比べて広い (図 1 7 B 参照)。合成部 1 6 1 は、第 1 および第 2 のパルス列生成部 5 2 1, 5 2 2 から出力されるパルス列を合成して光角度変調部 1 3 1 に入力する。以下は、第 5 の実施形態と同じように動作して、放射部 3 1 2 から単極性の短パルス列が放射される (図 1 7 C, D 参照)。

このように、第 1 7 の実施形態によれば、光信号処理を用いて単極性の短パルス列を生成することができるので、送信装置や伝送路の負担を増やすことなく、パルス列の周波数スペクトルを拡大し、無線信号の干渉耐力をさらに高め、さらに多くの無線端末の多重化・収容を実現することができる。

なお、第 1 7 の実施形態では、光遅延部が光分岐部から出力される一方の光角度変調信号を遅延させることとしたが、両方の光角度変調信号を遅延させるように二つの光遅延部が挿入されていてもよい。この場合も、光合分波部に入力される二つの光角度変調信号の時間ずれが光遅延量  $T_1$  となるように、二つの光遅延部の遅延量を決定すればよい。

なお、第 1 7 の実施形態では、光検波部によって検波された電気信号を無線信号として放射することとしたが、第 1 0 の実施形態のように、復調分離部を用いて受信装置が各データ信号を選択的に抽出するようにしてもよい。

(第18の実施形態)

図18Aは、本発明の第18の実施形態に係る伝送システム18の構成を示す図である。図18Aにおいて、伝送システム18は、送信装置520と、光伝送路200と、受信装置340と、第1の無線端末401と、第2の無線端末402とを備える。送信装置520と受信装置340とは、光伝送路200を介して接続される。送信装置520は、第1のパルス列生成部521と、第2のパルス列生成部522と、合成部161と、光角度変調部131とを含む。受信装置340は、光干渉部346と、平衡光検波部347と、放射部312とを含む。光干渉部346は、光分岐部331と、光遅延部332と、光合分波部333とを有する。平衡光検波部347は、第1の光検出部341と、第2の光検出部342と、遅延部343と、合波部345とを有する。図18Aにおいて、第6または第17の実施形態と同様の機能を有するブロックについては、同一の参照符号を付し、説明を省略することとする。

次に伝送システム18の動作について説明する。本実施形態の構成は、第6の実施形態(図6参照)の構成に準ずるため、相違点のみを以下に説明する。第1および第2のパルス列生成部521, 522は、入力されるデータ信号D1, D2を、当該データ信号に対応して予め定められた符号化パターンに基づいて、第1および第2のパルス列に変換して出力する。第1および第2のパルス列生成部521, 522が出力するパルス列(a)のパルス幅は、第7の実施形態における第1および第2のパルス列生成部14

1, 142が出力するパルス列のパルス幅に比べて広い（図18B参照）。合成部161は、第1および第2のパルス列生成部521, 522から出力されるパルス列を合成して光角度変調部131に入力する。以下は、第6の実施形態と同じように動作して、放射部312から双極性の短パルス列が放射される（図18C～F参照）。

このように、第18の実施形態では、光信号処理を用いて双極性の短パルス列を生成する構成により、送信装置や伝送路の負荷を増やすことなく、当該周波数スペクトルを拡大して、無線信号の干渉耐力をさらに高め、さらに多くの無線端末の多重化・収容を実現することができる。

なお、第18の実施形態では、光遅延部が光分岐部から出力される一方の光角度変調信号を遅延させることとしたが、両方の光角度変調信号を遅延させるように二つの光遅延部が挿入されていてもよい。この場合も、光合分波部に入力される二つの光角度変調信号の時間ずれが光遅延量 $T_1$ となるように、二つの光遅延部の遅延量を決定すればよい。

なお、第18の実施形態では、第2の光検出部から出力される第2の微分パルスのみを遅延させることとしたが、第1および第2の微分パルスの両方を遅延させるように二つの遅延部が挿入されていてもよい。この場合も、合波部に入力される第1および第2の微分パルスの時間ずれが光遅延量 $T_2$ となるように、二つの遅延部の遅延量を決定すればよい。

なお、第18の実施形態では、光検波部によって検波さ

れた電気信号を無線信号として放射することとしたが、第 10 の実施形態のように、復調分離部を用いて受信装置が各データ信号を選択的に抽出するようにしてもよい。

なお、第 3, 4, 15, 16 の実施形態において、パルス圧縮部は、受信装置内に設けられることとしたが、光伝送路上に設けられていてもよい。

なお、前述の第 1 ～ 第 18 の実施形態では、パルス列生成部、無線端末の数を共に「2」としたが、これらは必ずしも一致する必要はない。また、「2」以外の数でも良い。

#### 産業上の利用可能性

本発明にかかる光伝送システムならびにそれに用いられる送信装置および受信装置は、伝送路の特性の影響を受けずに、短パルス信号を伝送することができ、通信分野等に有用である。



## 請求の範囲

1. 1以上のデータ信号を光伝送するための光伝送システムであって、

前記1以上のデータ信号に対応して予め一意に定められた1以上の符号化パターンに基づいて、前記1以上のデータ信号をそれぞれパルス列に変換して出力するパルス列生成手段と、

) 前記パルス列生成手段から出力された1以上のパルス列を光変調信号に変換して出力する光変調手段と、

前記光変調手段から出力された光変調信号を伝送する光伝送路と、

前記光伝送路を伝送された光変調信号を電気信号に変換して出力する光検波手段と、

前記符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、前記光検波手段から出力された電気信号から前記パルス列を得て、前記データ信号を抽出するデータ信号抽出手段とを備える、光伝送システム。

2. 前記パルス列生成手段がパルス列に変換するデータ信号は、1つであることを特徴とする、請求項1に記載の光伝送システム。

3. 前記パルス列生成手段は、予め定められた符号化パターンに基づいて、入力するデータ信号をパルス列に変換して出力するパルス列生成部からなり、

前記光変調手段は、前記パルス列生成部から出力されたパルス列を光強度変調信号に変換して出力する光変調部からなり、

前記光検波手段は、前記光伝送路を伝送された光強度変調信号を電気信号に再変換して出力する光検波部からなり、

前記データ信号抽出手段は、前記符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、前記光検波部から出力された電気信号から前記パルス列を抽出し、前記データ信号を復調する復調部からなることを特徴とする、請求項2に記載の光伝送システム。

4. 前記パルス列生成手段は、予め定められた符号化パターンに基づいて、入力するデータ信号をパルス列に変換して出力するパルス列生成部からなり、

前記光変調手段は、前記パルス列生成部から出力されたパルス列を光強度変調信号に変換して出力する光変調部からなり、

前記光検波手段は、前記光伝送路を伝送された光強度変調信号を電気信号に再変換して出力する光検波部からなり、

前記データ信号抽出手段は、

前記検波部から出力された電気信号を無線信号として放射する放射部と、

前記符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、前記放射部から放射された無線信号から前記

パルス列を抽出し、前記データ信号を復調する無線端末とからなることを特徴とする、請求項2に記載の光伝送システム。

5. 前記パルス列生成手段は、予め定められた符号化パターンに基づいて、入力するデータ信号をパルス列に変換して出力するパルス列生成部からなり、

前記光変調手段は、前記パルス列生成部から出力されたパルス列を光強度変調信号に変換して出力する光変調部からなり、

前記伝送路を伝送された光強度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列のパルス幅を圧縮、もしくは立ち上がり時間および／または立ち下がり時間を短縮して出力するパルス圧縮部をさらに備え、

前記光検波手段は、

前記パルス圧縮部から出力される光信号を電気信号に変換して出力する光検波部からなることを特徴とする、請求項2に記載の光伝送システム。

6. 前記パルス列生成手段は、

予め定められた符号化パターンに基づいて、入力するデータ信号をパルス列に変換して出力するパルス列生成部と、

前記パルス列生成部から出力されたパルス列のパルス幅を伸長、もしくは立ち上がり時間および立ち下がり時間を拡大して出力するフィルタ部とからなり、

前記光変調手段は、前記フィルタ部から出力されたパルス列を光強度変調信号に変換して出力する光変調部からなり、

前記伝送路を伝送された光強度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列のパルス幅を圧縮、もしくは立ち上がり時間および／または立ち下がり時間を短縮して出力するパルス圧縮部をさらに備え、

前記光検波手段は、

前記パルス圧縮部から出力される光信号を電気信号に変換して出力する光検波部からなることを特徴とする、請求項2に記載の光伝送システム。

7. 前記パルス列生成手段は、予め定められた符号化パターンに基づいて、入力するデータ信号をパルス列に変換して出力するパルス列生成部からなり、

前記光変調手段は、前記パルス列生成部から出力されたパルス列を光角度変調信号に変換して出力する光角度変調部からなり、

前記光検波手段は、

前記光伝送路を伝送された光角度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列の隣接ビット間の相関性を検出することにより、互いに逆極性の関係にある前記パルス列の微分成分に対応する2つの光微分信号を出力する光干渉部と、

前記光干渉部から出力される一方の光微分信号を電気信号に変換して出力する光検波部とからなることを特徴と

する、請求項 2 に記載の光伝送システム。

8. 前記光干渉部は、

入力した前記光角度変調信号を 2 分岐する光分岐部と

、  
前記光分岐部から分岐出力された一方もしくは両方の光角度変調信号に対して、所定の光遅延量を付与して出力する光遅延部と、

) 前記光分岐部から分岐出力された他方の光角度変調信号と、前記光遅延部から出力された光角度変調信号とを合波すると共に再度 2 分岐することにより、互いに逆極性の光微分信号をそれぞれ出力する光合分波部とからなることを特徴とする、請求項 7 に記載の光伝送システム。

9. 前記所定の光遅延量は、前記パルス列の 1 ビット幅より小さいことを特徴とする、請求項 8 に記載の光伝送システム。

) 10. 前記パルス列生成手段は、予め定められた符号化パターンに基づいて、入力するデータ信号をパルス列に変換して出力するパルス列生成部からなり、

前記光変調手段は、前記パルス列生成部から出力されたパルス列を光角度変調信号に変換して出力する光角度変調部からなり、

前記光検波手段は、

前記光伝送路によって伝送された光角度変調信号を入

力し、変調情報であるパルス列の隣接ビット間の相関性を検出することにより、互いに逆極性の関係にある前記パルス列の微分成分に対応する２つの光微分信号をそれぞれ出力する光干渉部と、

前記光干渉部から出力された２つの光微分信号をそれぞれ電気信号に再変換すると共に、両者を合成することにより、双極性の微分パルス列を生成し、出力する平衡光検波部とからなることを特徴とする、請求項２に記載の光伝送システム。

１１．前記光干渉部は、

入力した前記光角度変調信号を２分岐する光分岐部と

前記光分岐部から分岐出力された一方もしくは両方の光角度変調信号に対して、所定の光遅延量を付与して出力する光遅延部と、

前記光分岐部から分岐出力された他方の光角度変調信号と、前記光遅延部から出力された光角度変調信号とを合波すると共に再度２分岐することにより、互いに逆極性の光微分信号をそれぞれ出力する光合分波部とからなることを特徴とする、請求項１０に記載の光伝送システム。

１２．前記所定の光遅延量は、前記パルス列の１ビット幅より小さいことを特徴とする、請求項１１に記載の光伝送システム。

1 3 . 前記平衡光検波部は、

前記光干渉部から出力された一方の光微分信号を電気信号である第1の微分パルス列に再変換して出力する第1の光検出部と、

前記光干渉部から出力された他方の光微分信号を電気信号である第2の微分パルス列に再変換して出力する第2の光検出部と、

前記第1の光検波部から出力された第1の微分パルス列および／または第2の光検波部から出力された第2の微分パルス列に対して、所定の電気遅延量を付与して出力する遅延部と、

前記遅延部で遅延処理がなされた後の前記第1の微分パルス列と前記第2の微分パルス列とを合成して、双極性の微分パルス列を出力する合波部とからなることを特徴とする、請求項10に記載の光伝送システム。

1 4 . 前記光干渉部は、

入力した前記光角度変調信号を2分岐する光分岐部と

前記光分岐部から分岐出力された一方もしくは両方の光角度変調信号に対して、所定の光遅延量を付与して出力する光遅延部と、

前記光分岐部から分岐出力された他方の光角度変調信号と、前記光遅延部から出力された光角度変調信号とを合波すると共に再度2分岐することにより、互いに逆極性の光微分信号をそれぞれ出力する光合分波部とからなり、

前記平衡光検波部は、

前記光干渉部から出力された一方の光微分信号を電気信号である第1の微分パルス列に再変換して出力する第1の光検出部と、

前記光干渉部から出力された他方の光微分信号を電気信号である第2の微分パルス列に再変換して出力する第2の光検出部と、

前記第1の光検波部から出力された第1の微分パルス列および／または第2の光検波部から出力された第2の微分パルス列に対して、所定の電気遅延量を付与して出力する遅延部と、

前記遅延部で遅延処理がなされた後の前記第1の微分パルス列と前記第2の微分パルス列とを合成して、双極性の微分パルス列を出力する合波部とからなることを特徴とする、請求項10に記載の光伝送システム。

15. 前記所定の電気遅延量と前記所定の光遅延量とは、等しいことを特徴とする、請求項14に記載の光伝送システム。

16. 前記パルス列生成手段は、予め定められた符号化パターンに基づいて、入力したデータ信号をパルス列に変換して出力するパルス列生成部からなり、

前記光変調手段は、前記パルス列生成部から出力されたパルス列を光強度変調信号に変換して出力する光変調部からなり、



波長分散特性を有し、前記光伝送路によって伝送された光強度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列または合成信号のパルス幅を圧縮、もしくは立ち上がり時間または／および立ち下がり時間を短縮して出力する波長分散部をさらに備え、

前記光検波手段は、

前記波長分散部から出力される光信号を電気信号に変換して出力する光検波部からなることを特徴とする、請求項 2 に記載の光伝送システム。

17. 前記光変調部は、入力したパルス列で、半導体レーザへの注入電流を変調して、光強度変調信号を出力する直接光変調方式を用いることを特徴とする、請求項 16 に記載の光伝送システム。

18. 前記パルス列生成手段がパルス列に変換するデータ信号は、2 以上であることを特徴とする、請求項 1 に記載の光伝送システム。

19. 前記パルス列生成手段は、入力するデータ信号に対応して予め定められた互いに異なる符号化パターンに基づいて、複数のデータ信号をそれぞれ所定変調形式のパルス列に変換して出力する複数のパルス列生成部からなり、

前記光変調手段は、

前記パルス列生成部に対応して設けられており、各前記パルス列生成部から出力されたパルス列を、それぞれ光

変調信号に変換して出力する複数の光変調部と、

前記複数の光変調部から出力された光変調信号を合波して前記光伝送路に出力する光合波部とからなることを特徴とする、請求項 18 に記載の光伝送システム。

20. 前記光検波手段は、前記光伝送路を伝送された光変調信号を電気信号に再変換して出力する光検波部からなり、

前記データ信号抽出手段は、前記複数の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、前記光検波部から出力された電気信号から前記パルス列を抽出し、前記データ信号を復調する復調分離部からなることを特徴とする、請求項 19 に記載の光伝送システム。

21. 前記光検波手段は、

前記光伝送路を伝送された光変調信号を複数の分岐して出力する光分岐部と、

前記光分岐部によって分岐出力された複数の光変調信号のそれぞれに対応して設けられ、前記光変調信号を電気信号に再変換して出力する複数の光検波部とからなり、

前記データ信号抽出手段は、前記複数の光検波部のそれぞれに対応して設けられ、前記複数の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、前記光検波部から出力された電気信号から前記パルス列を抽出し、前記データ信号を復調する複数の復調分離部からなることを特徴とする、請求項 19 に記載の光伝送

システム。

22. 前記複数のパルス列生成部から出力されるパルス列の繰り返し周期より遅いレートを有するデータ信号を、光変調信号に変換して出力するデータ光変調部をさらに備え、

前記光合成部は、前記データ光変調部から出力されるデータ信号をさらに合成し、

前記データ信号抽出手段は、

前記光検波部から出力された電気信号から、前記パルス列の繰り返し周期より遅いレートを有するデータ信号と、その他の信号（合成信号）とを分離して出力するデータ分離部と、

前記複数の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、前記データ分離部から出力された合成信号から前記パルス列を抽出し、前記データ信号を復調する復調分離部とからなることを特徴とする、請求項19に記載の光伝送システム。

23. 前記複数の光変調部から出力される光変調信号の波長が互いに重複しないように制御する波長制御部をさらに備えることを特徴とする、請求項19に記載の光伝送システム。

24. 前記パルス列生成手段は、入力したデータ信号に対応して予め定められた互いに異なる符号化パターンに基づ

いて、複数のデータ信号をそれぞれ所定変調形式のパルス列に変換して出力する複数のパルス列生成部からなり、

前記光変調手段は、

前記複数のパルス列生成部から出力されたパルス列を合成した電気信号を出力する合成部と、

前記合成部が出力した電気信号を、光変調信号に変換して出力する光変調部とからなることを特徴とする、請求項 18 に記載の光伝送システム。

25. 前記光検波手段は、前記光伝送路を伝送された光変調信号を電気信号に再変換して出力する光検波部からなり、

前記データ信号抽出手段は、前記複数の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、前記光検波部から出力された電気信号から前記パルス列を抽出し、前記データ信号を復調する復調分離部からなることを特徴とする、請求項 24 に記載の光伝送システム。

26. 前記光検波手段は、前記光伝送路を伝送された光変調信号を電気信号に再変換して出力する光検波部からなり、

前記データ信号抽出手段は、

前記光検波部から出力される電気信号を無線信号として放射する放射部と、

前記複数の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、前記放射部から出力された無線信号か

ら前記パルス列を抽出し、前記データ信号を復調する複数の無線端末からなることを特徴とする、請求項 24 に記載の光伝送システム。

27. 前記光検波手段は、

前記光伝送路を伝送された光変調信号を複数の分岐して出力する光分岐部と、

前記光分岐部によって分岐出力された複数の光変調信号のそれぞれに対応して設けられ、前記光変調信号を電気信号に再変換して出力する複数の光検波部とからなり、

前記データ信号抽出手段は、前記複数の光検波部のそれぞれに対応して設けられ、前記複数の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、前記光検波部から出力された電気信号から前記パルス列を抽出し、前記データ信号を復調する複数の復調分離部からなることを特徴とする、請求項 24 に記載の光伝送システム。

28. 前記合成部は、前記複数のパルス列生成部から出力されるパルス列の繰り返し周期より遅いレートをもつデータ信号をさらに合成し、

前記光検波手段は、

前記光伝送路を伝送された光変調信号を複数の分岐して出力する光分岐部と、

前記光分岐部によって分岐出力された複数の光変調信号に対応して設けられ、前記光変調信号を電気信号に再変換して出力する複数の光検波部と、

前記光分岐部によって分岐出力された１つの光変調信号を、前記複数のパルス列生成部から出力されるパルス列の繰り返し周期より遅いレートをも有するデータ信号に再変換して出力するデータ光検波部とを含み、

前記データ信号抽出手段は、前記複数の光検波部のそれぞれに対応して設けられ、前記複数の符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、前記光検波部から出力された電気信号から前記パルス列を抽出し、前記データ信号を復調する複数の復調分離部からなることを特徴とする、請求項２４に記載の光伝送システム。

２９．前記伝送路を伝送された光強度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列のパルス幅を圧縮、もしくは立ち上がり時間および／または立ち下がり時間を短縮して出力するパルス圧縮部をさらに備え、

前記光検波手段は、

前記パルス圧縮部から出力される光信号を電気信号に変換して出力する光検波部からなることを特徴とする、請求項２４に記載の光伝送システム。

３０．さらに、各前記パルス列生成部と前記合成部との間にそれぞれ設けられ、前記パルス列生成部から出力されたパルス列のパルス幅を伸長、もしくは立ち上がり時間および立ち下がり時間を拡大して出力するフィルタ部と、

前記伝送路を伝送された光強度変調信号を入力し、変調

情報であるパルス列のパルス幅を圧縮、もしくは立ち上がり時間および／または立ち下がり時間を短縮して出力するパルス圧縮部とを備え、

前記光検波手段は、

前記パルス圧縮部から出力される光信号を電気信号に変換して出力する光検波部からなることを特徴とする、請求項 24 に記載の光伝送システム。

31. 前記光変調部は、前記パルス列生成部から出力されたパルス列を光角度変調信号に変換して出力する光角度変調部であり、

前記光検波手段は、

前記光伝送路を伝送された光角度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列の隣接ビット間の相関性を検出することにより、互いに逆極性の関係にある前記パルス列の微分成分に対応する 2 つの光微分信号を出力する光干渉部と、

前記光干渉部から出力される一方の光微分信号を電気信号に変換して出力する光検波部とからなることを特徴とする、請求項 2 に記載の光伝送システム。

32. 前記光干渉部は、

入力した前記光角度変調信号を 2 分岐する光分岐部と

前記光分岐部から分岐出力された一方もしくは両方の光角度変調信号に対して、所定の光遅延量を付与して出力

する光遅延部と、

前記光分岐部から分岐出力された他方の光角度変調信号と、前記光遅延部から出力された光角度変調信号とを合波すると共に再度2分岐することにより、互いに逆極性の光微分信号をそれぞれ出力する光合分波部とからなることを特徴とする、請求項32に記載の光伝送システム。

33. 前記所定の光遅延量は、前記パルス列の1ビット幅より小さいことを特徴とする、請求項32に記載の光伝送システム。

34. 前記光変調部は、前記パルス列生成部から出力されたパルス列を光角度変調信号に変換して出力する光角度変調部であり、

前記光検波手段は、

前記光伝送路によって伝送された光角度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列の隣接ビット間の相関性を検出することにより、互いに逆極性の関係にある前記パルス列の微分成分に対応する2つの光微分信号をそれぞれ出力する光干渉部と、

前記光干渉部から出力された2つの光微分信号をそれぞれ電気信号に再変換すると共に、両者を合成することにより、双極性の微分パルス列を生成し、出力する平衡光検波部とからなることを特徴とする、請求項24に記載の光伝送システム。



3 5 . 前記光干渉部は、

入力した前記光角度変調信号を2分岐する光分岐部と

、  
前記光分岐部から分岐出力された一方もしくは両方の光角度変調信号に対して、所定の光遅延量を付与して出力する光遅延部と、

前記光分岐部から分岐出力された他方の光角度変調信号と、前記光遅延部から出力された光角度変調信号とを合波すると共に再度2分岐することにより、互いに逆極性の光微分信号をそれぞれ出力する光合分波部とからなることを特徴とする、請求項34に記載の光伝送システム。

3 6 . 前記所定の光遅延量は、前記パルス列の1ビット幅より小さいことを特徴とする、請求項35に記載の光伝送システム。

3 7 . 前記平衡光検波部は、

前記光干渉部から出力された一方の光微分信号を電気信号である第1の微分パルス列に再変換して出力する第1の光検出部と、

前記光干渉部から出力された他方の光微分信号を電気信号である第2の微分パルス列に再変換して出力する第2の光検出部と、

前記第1の光検波部から出力された第1の微分パルス列および／または第2の光検波部から出力された第2の微分パルス列に対して、所定の電気遅延量を付与して出力す

る遅延部と、

前記遅延部で遅延処理がなされた後の前記第1の微分パルス列と前記第2の微分パルス列とを合成して、双極性の微分パルス列を出力する合波部とからなることを特徴とする、請求項34に記載の光伝送システム。

38. 前記光干渉部は、

入力した前記光角度変調信号を2分岐する光分岐部と

前記光分岐部から分岐出力された一方もしくは両方の光角度変調信号に対して、所定の光遅延量を付与して出力する光遅延部と、

前記光分岐部から分岐出力された他方の光角度変調信号と、前記光遅延部から出力された光角度変調信号とを合波すると共に再度2分岐することにより、互いに逆極性の光微分信号をそれぞれ出力する光合分波部とからなり、

前記平衡光検波部は、

前記光干渉部から出力された一方の光微分信号を電気信号である第1の微分パルス列に再変換して出力する第1の光検出部と、

前記光干渉部から出力された他方の光微分信号を電気信号である第2の微分パルス列に再変換して出力する第2の光検出部と、

前記第1の光検波部から出力された第1の微分パルス列および／または第2の光検波部から出力された第2の微分パルス列に対して、所定の電気遅延量を付与して出力す

る遅延部と、

前記遅延部で遅延処理がなされた後の前記第１の微分パルス列と前記第２の微分パルス列とを合成して、双極性の微分パルス列を出力する合波部とからなることを特徴とする、請求項３４に記載の光伝送システム。

３９．前記所定の電気遅延量と前記所定の光遅延量とは、等しいことを特徴とする、請求項３８に記載の光伝送システム。

４０．前記光変調部は、前記パルス列生成部から出力されたパルス列を光強度変調信号に変換して出力し、

波長分散特性を有し、前記光伝送路によって伝送された光強度変調信号を入力し、変調情報であるパルス列または合成信号のパルス幅を圧縮、もしくは立ち上がり時間または／および立ち下がり時間を短縮して出力する波長分散部をさらに備え、

前記光検波手段は、

前記波長分散部から出力される光信号を電気信号に変換して出力する光検波部からなることを特徴とする、請求項２４に記載の光伝送システム。

４１．前記光変調部は、入力したパルス列で、半導体レーザへの注入電流を変調して、光強度変調信号を出力する直接光変調方式を用いることを特徴とする、請求項４０に記載の光伝送システム。

4 2 . 前記パルス列生成手段で変換されるパルス列の変調形式は、パルス位置変調形式であることを特徴とする、請求項 1 に記載の光伝送システム。

4 3 . 前記データ信号抽出手段で得られるパルス列は、UWB ( U l t r a W i d e B a n d ) 信号であることを特徴とする、請求項 1 に記載の光伝送システム。

4 4 . 1 以上のデータ信号を光伝送するための送信装置であって、

前記 1 以上のデータ信号に対応して予め一意に定められた 1 以上の符号化パターンに基づいて、前記 1 以上のデータ信号をそれぞれパルス列に変換して出力するパルス列生成手段と、

前記パルス列生成手段から出力された 1 以上のパルス列を光変調信号に変換して光伝送路に出力する光変調手段とを備える、送信装置。

4 5 . 1 以上のデータ信号に対応して予め一意に定められた 1 以上の符号化パターンに基づいて、前記 1 以上のデータ信号を変換して得られたパルス列で変調された光変調信号を、光伝送路を介して受信するための受信装置であって、

前記光伝送路を伝送された光変調信号を電気信号に変換して出力する光検波手段と、

前記符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、前記光検波手段から出力された電気信号から前記パルス列を得て、前記データ信号を抽出するデータ信号抽出手段とを備える、受信装置。

## 要約書

1 以上のデータ信号を光伝送するための光伝送システムであって、1 以上のデータ信号に対応して予め一意に定められた 1 以上の符号化パターンに基づいて、1 以上のデータ信号をそれぞれパルス列に変換して出力するパルス列生成手段と、パルス列生成手段から出力された 1 以上のパルス列光変調信号に変換して出力する光変調手段と、光変調手段から出力された光変調信号を伝送する光伝送路と、光伝送路を伝送された光変調信号を電気信号に変換して出力する光検波手段と、符号化パターンに一意に対応する復号化パターンに基づいて、光検波手段から出力された電気信号からパルス列を得て、データ信号を抽出するデータ信号抽出手段とを備える。

FIG. 1

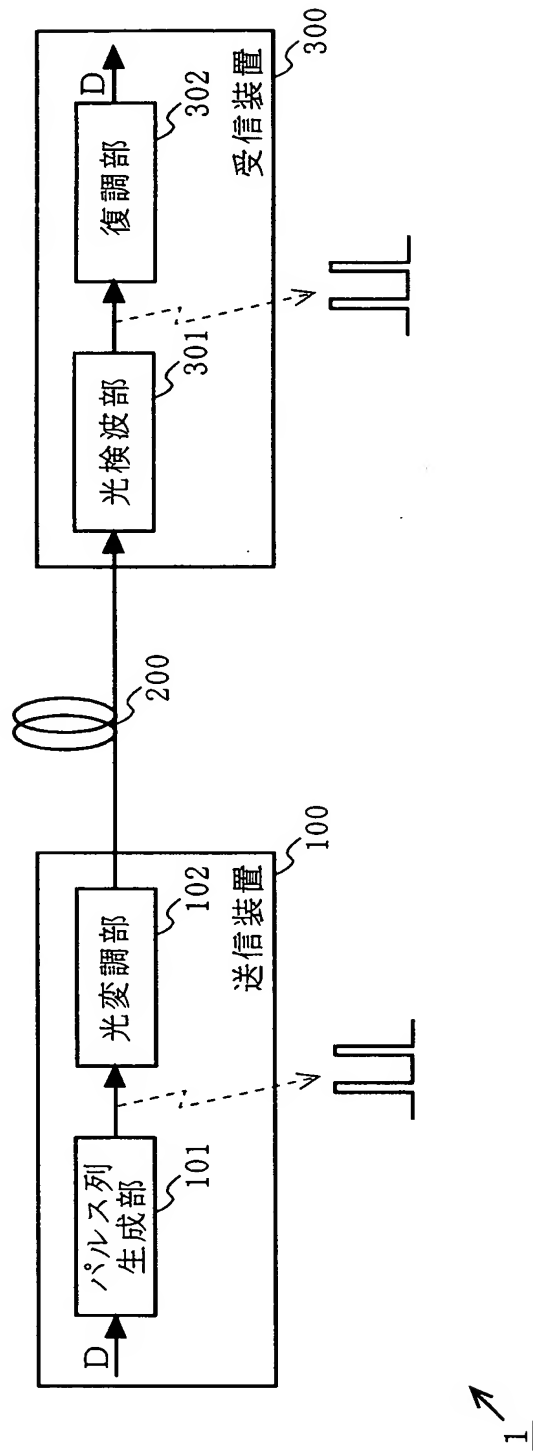


FIG. 2

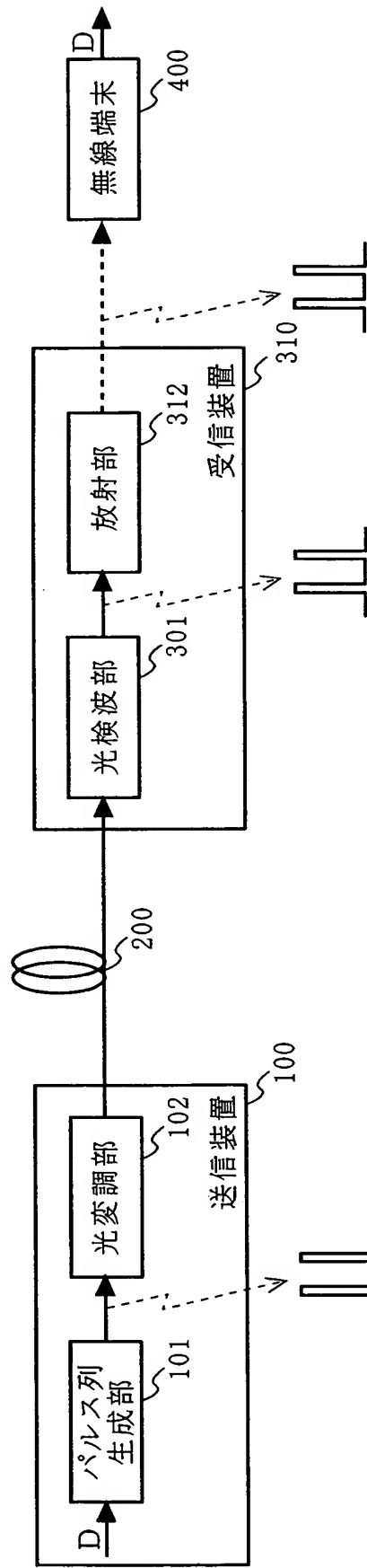
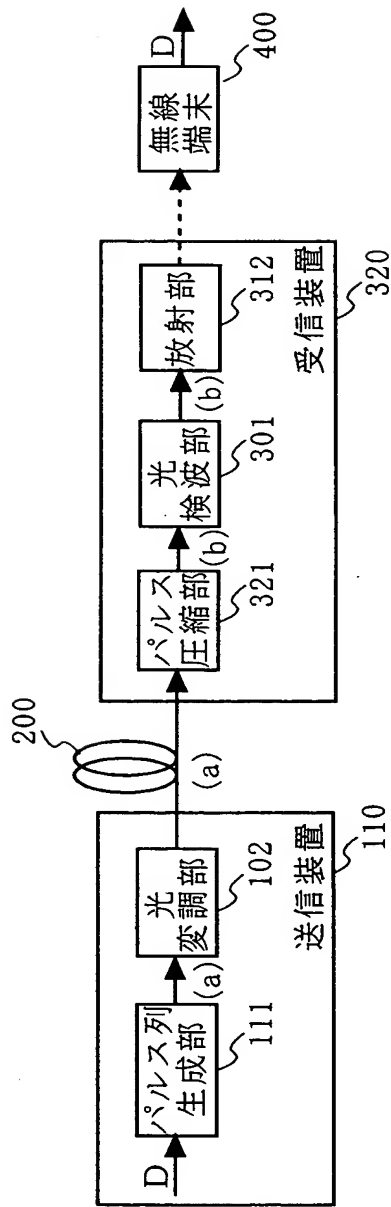




FIG. 3A



3

FIG. 3B



FIG. 3C

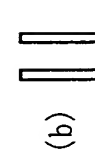
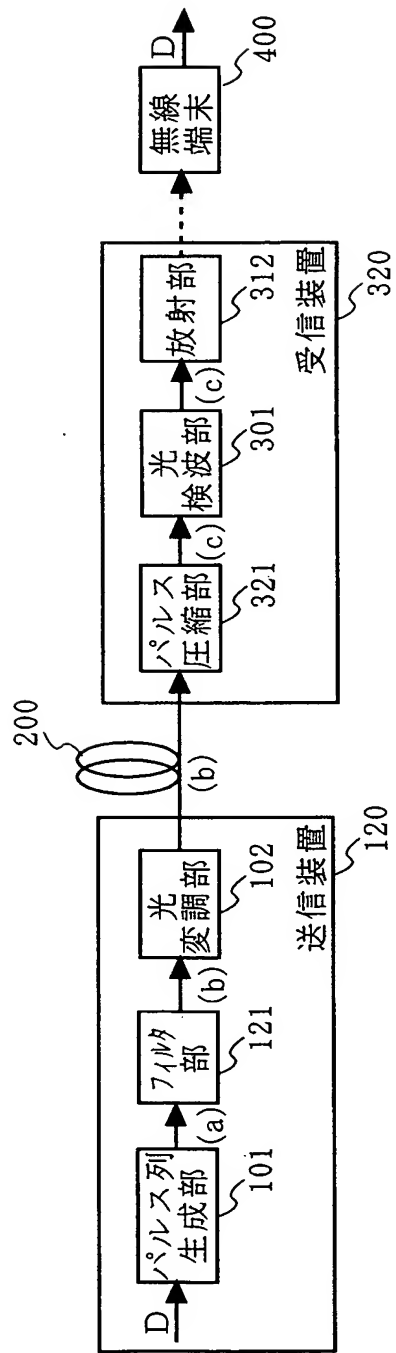


FIG. 4A



4

FIG. 4B

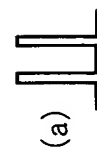


FIG. 4C

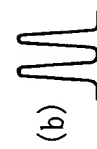


FIG. 4D





FIG. 6A

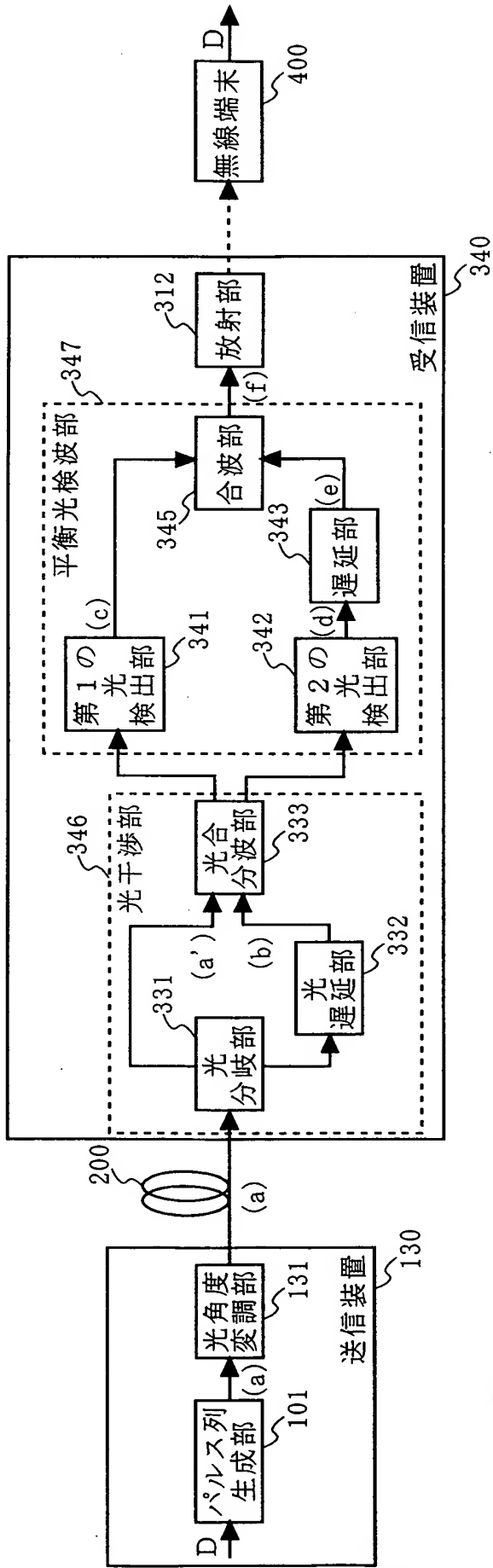


FIG. 6B

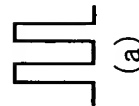


FIG. 6C

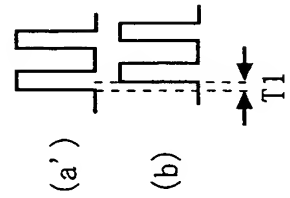


FIG. 6D

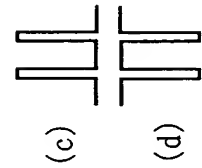


FIG. 6E

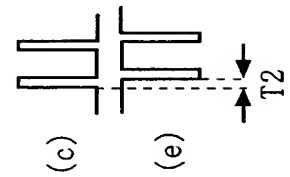


FIG. 6F

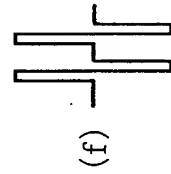


FIG. 7

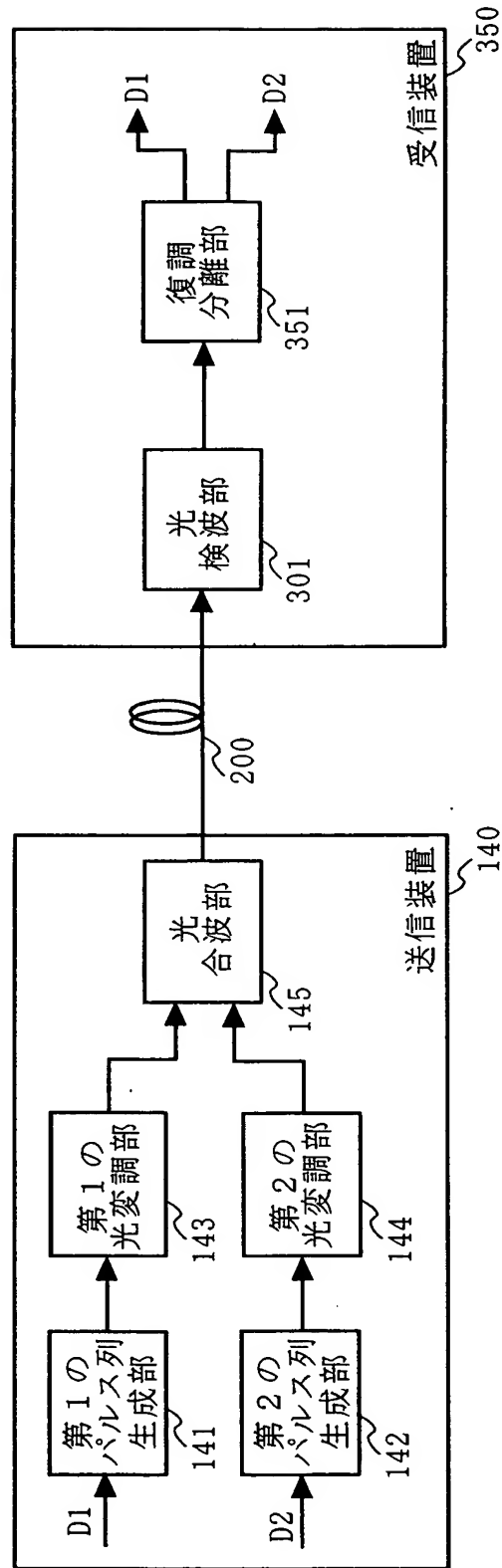


FIG. 8

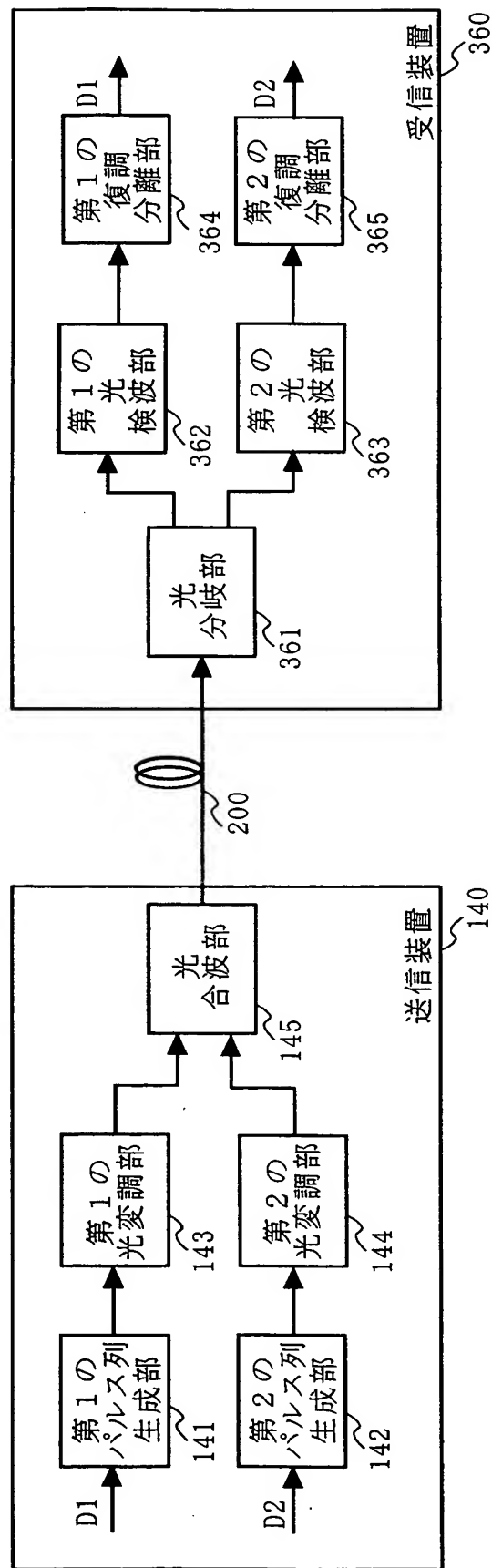


FIG. 9

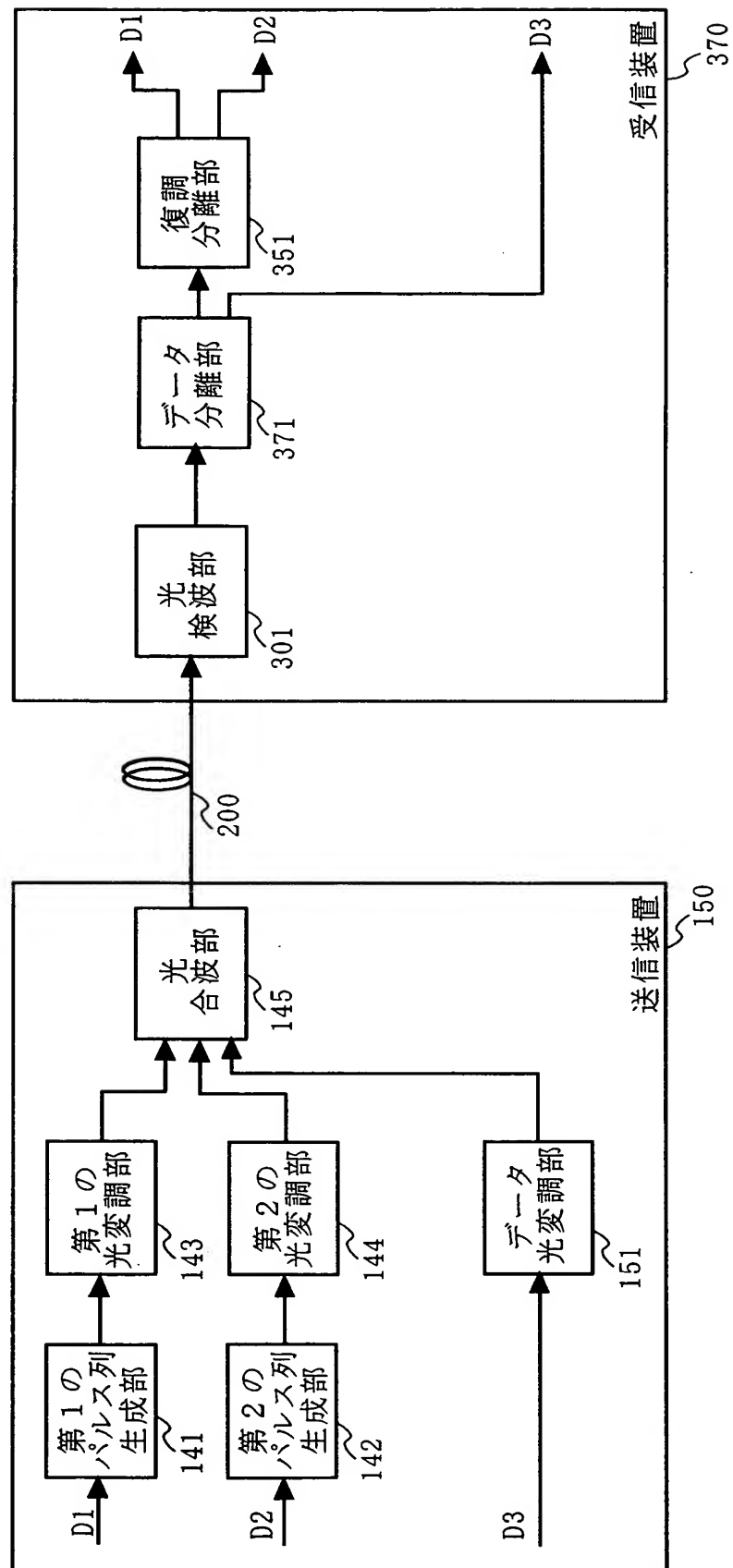
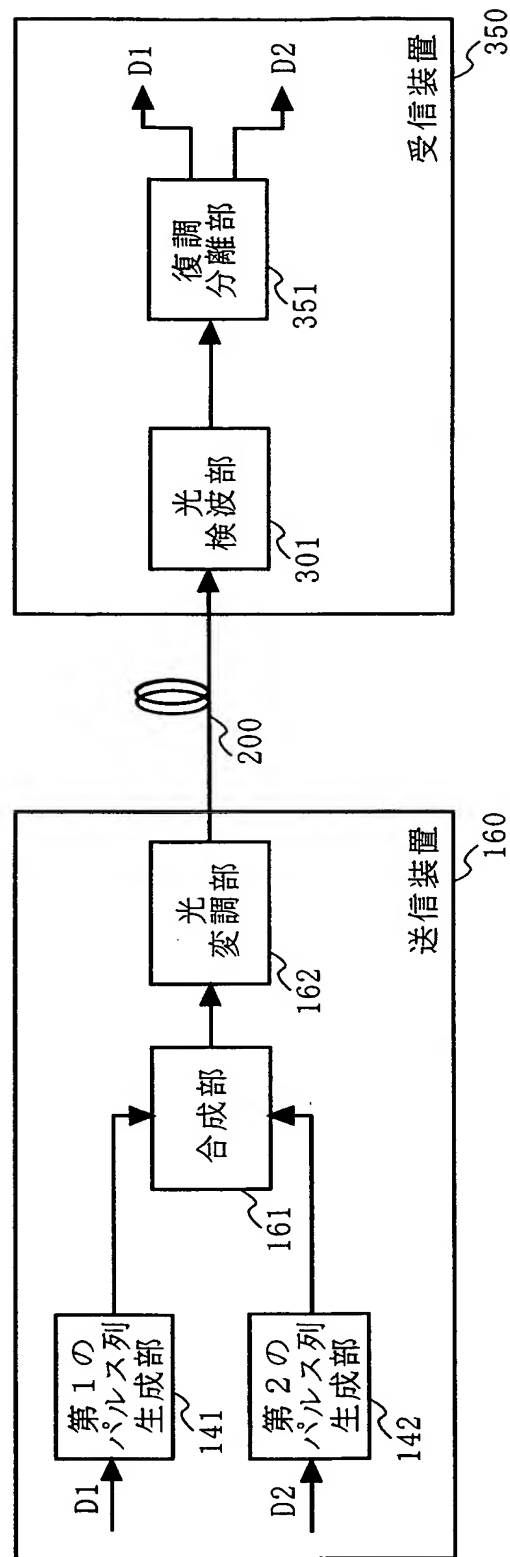


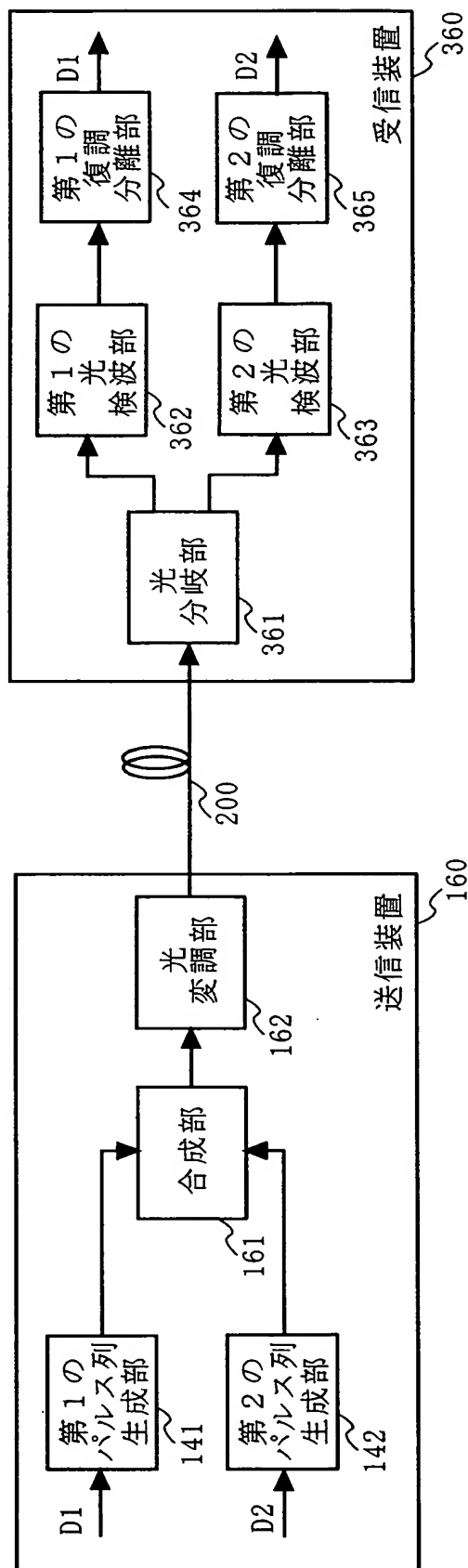
FIG. 10



10 ↗

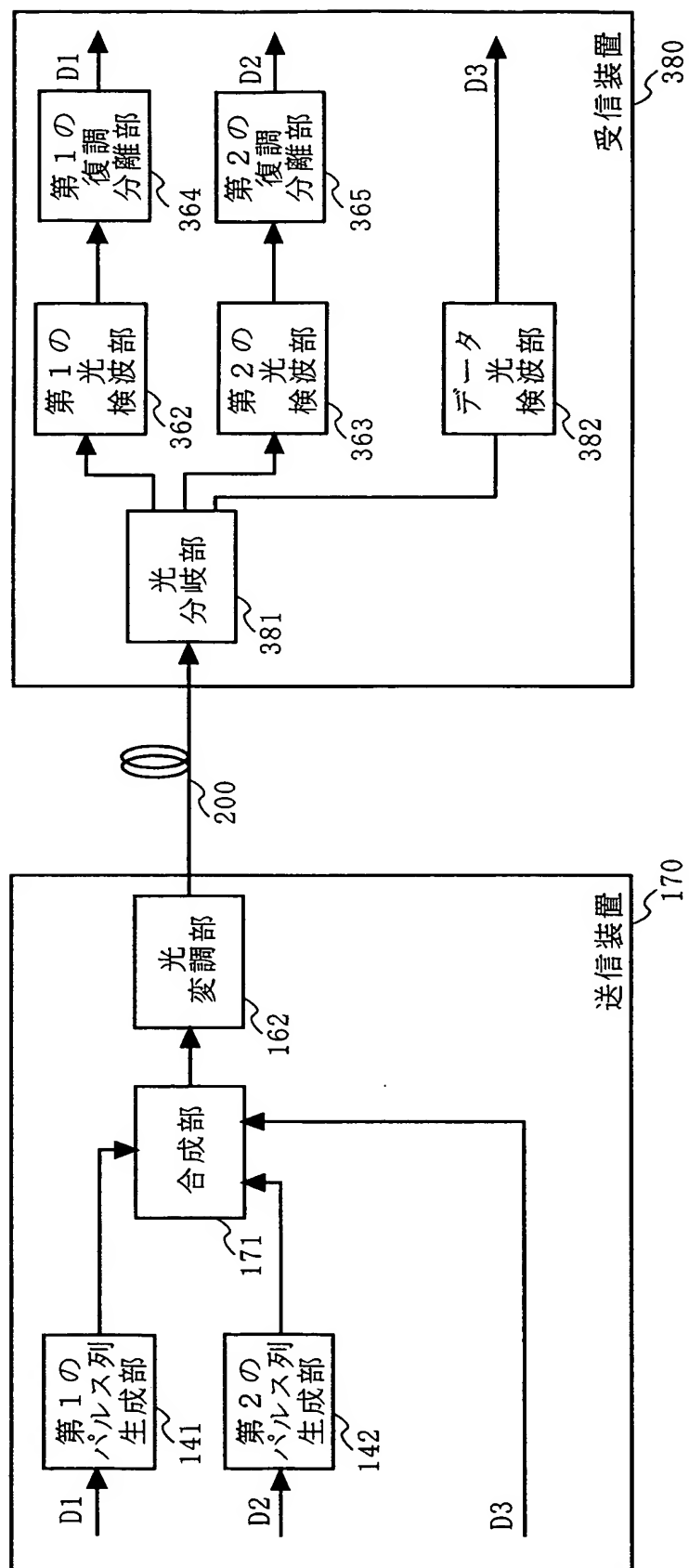


FIG. 11



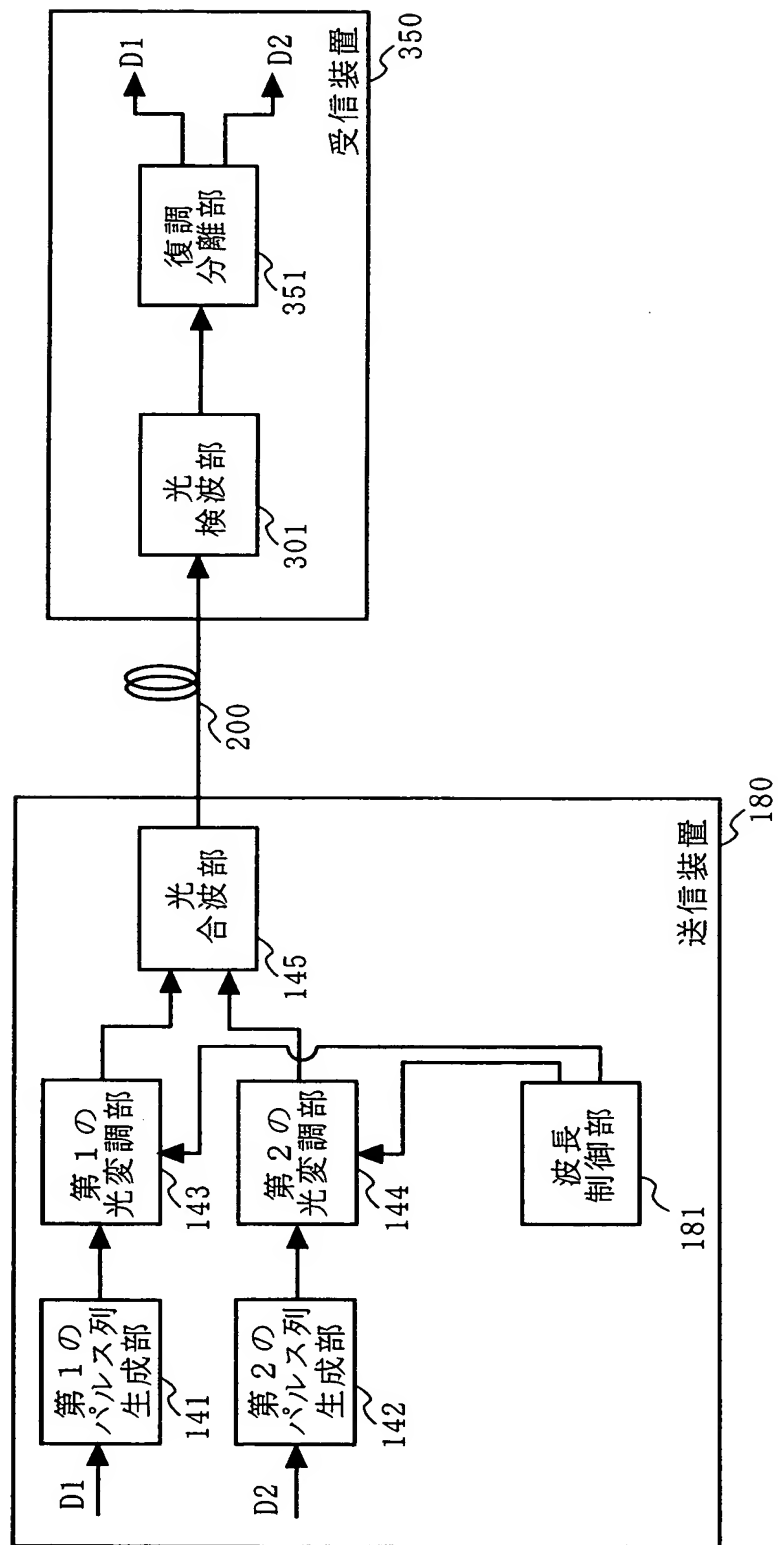
11

FIG. 12



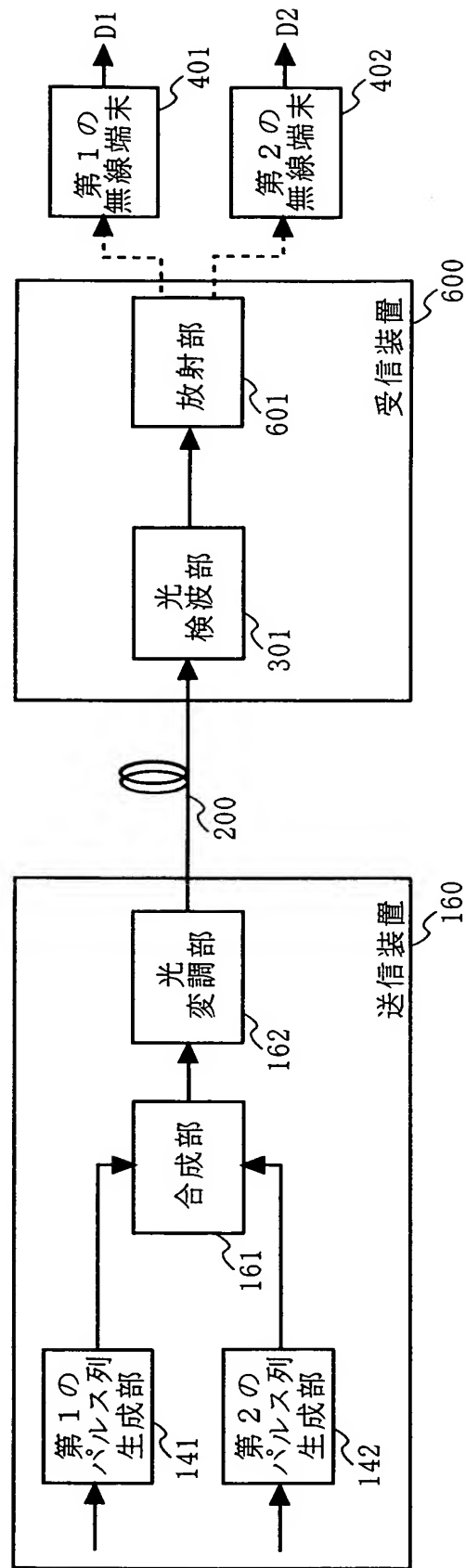
12 ↗

FIG. 13



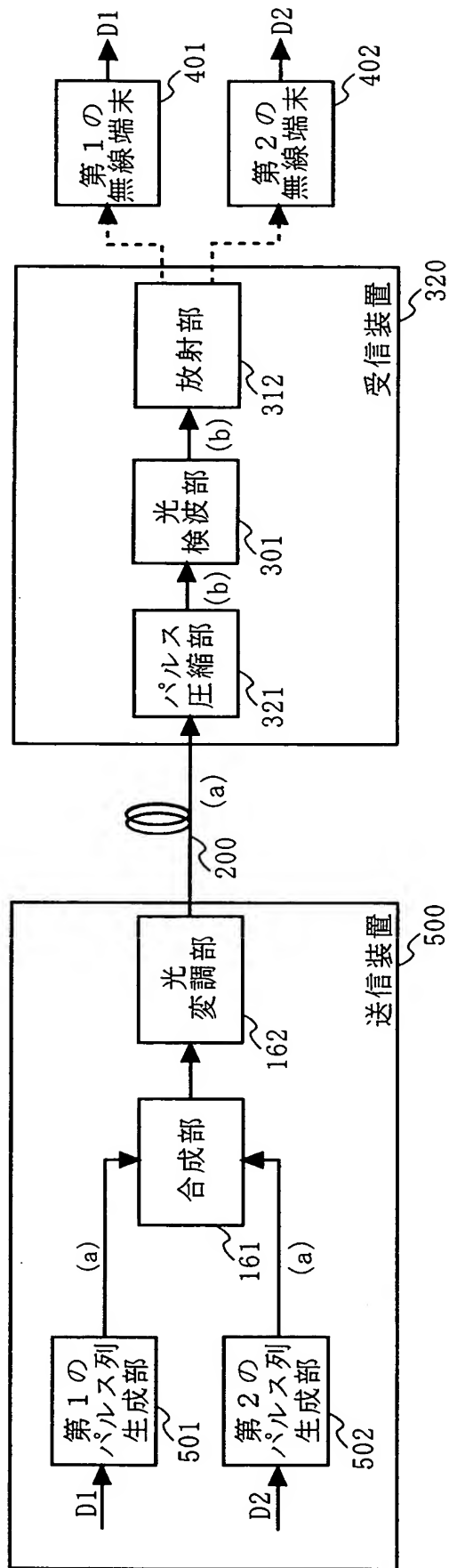
13

FIG. 14



14

FIG. 15A



15

FIG. 15B



FIG. 15C

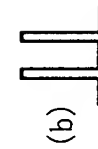
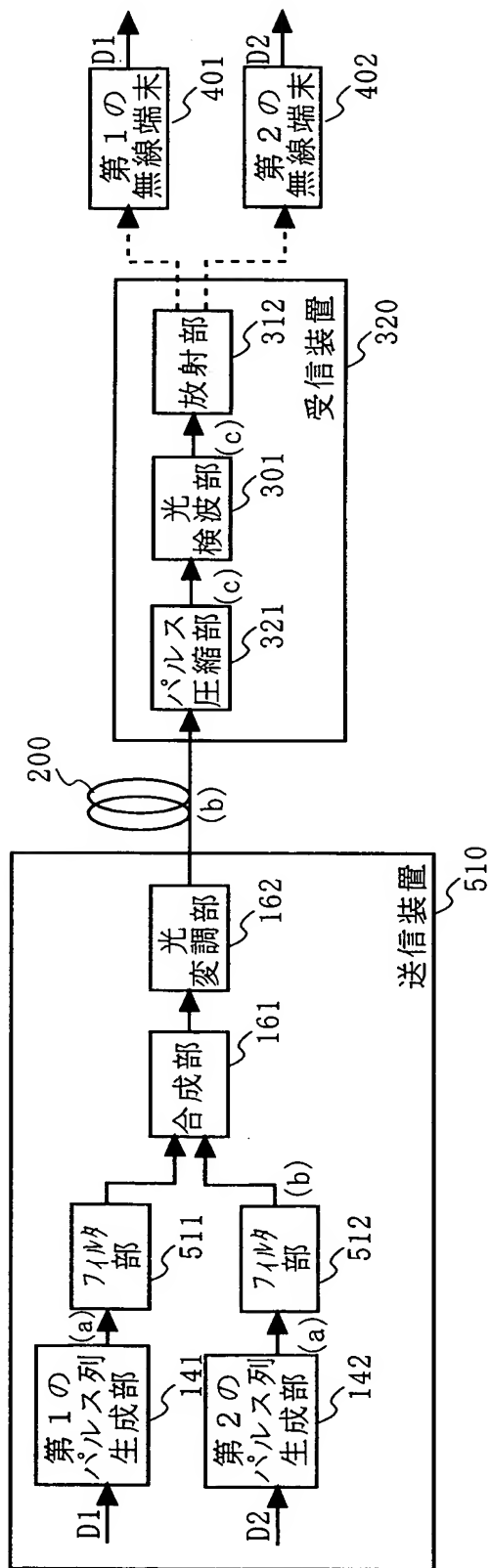


FIG. 16A



16 ↗

FIG. 16B

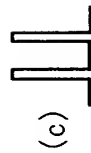
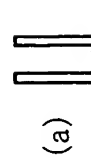
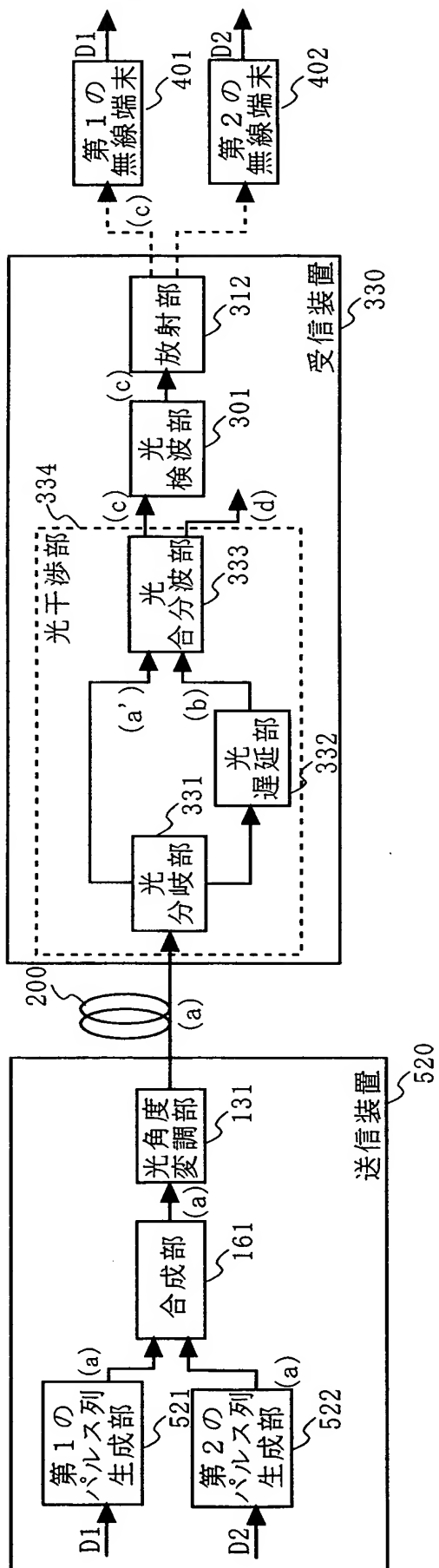


FIG. 16C

FIG. 16D

FIG. 17A



17

FIG. 17B

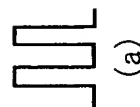


FIG. 17C

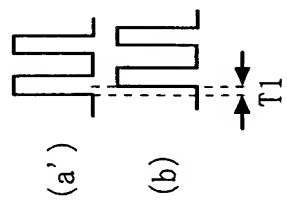


FIG. 17D

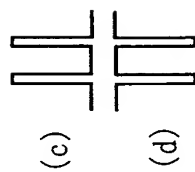






FIG. 19

